ہوتی ہے جو مساوی ۴۲۷۴۰ کیلوگرام میٹر کے ہے یعنی ۴۲۷ پیمانہ واحد کار۔ اس طرح حرارت اور کار کے درمیان ٹھیک تعلق قایم ہو گیا +

(۱۱۵) گیلوینک سرکٹ +

مختلف قسم کی توانائیوں کے درمیان تعلق بتلانے کے لئے گیلوینک بیطری سے کوئی زیادہ اچھی مثال نہیں دے سکتے۔ فرض کرو کہ اس بیطری میں ہم زنک (جست) کو کام میں لاتے ہیں۔ یہاں توانائی کا مخزن دراصل جست کا جلنا ہے یا کم از کم اسکی ترکیب کیمیاوی آکسیجن کے ساتھ ہی جو اسلئے ہے کہ جست کا نمک بنے۔ حقیقت میں یہاں مخزن توانائی ایسا ہی ہے جیسا کہ آگ میں کوئلوں کے جلانے سے بنتا ہے۔ ابھی ہم نے کہا ہے کہ جست آکسیجن کے ساتھ مخلوط ہوتا ہے اور جست کا نمک بنتا ہے لیکن اصلی توانائی جو اس اتحاد کیمیائی سے پیدا ہوتی ہے۔ جو حرارت کی صورت میں ظاہر نہیں ہوتی بلکہ وہ ایک الکٹرسٹی کی رو میں نمایاں ہوتی ہے۔ اسمیں شبہ نہیں کہ الکٹرسٹی کی رو کی توانائی آخر کار حرارت میں صرف ہوتی ہے مگر یہ ہمارے اختیار میں ہے کہ اسکا ایک حصہ ہم تحلیل کیمیاوی میں مثلاً پانی کی تحلیل کیمیاوی میں صرف کریں۔ اس صورت میں ایک حصہ بیطری کی اس توانائی کا جسکو ہم نے بتلایا ہے کہ وہ جست کے جلنے سے پیدا ہوتی ہے حرارت میں صرف ہوتا ہے اور ایک حصہ اسکا پانی کی تحلیل میں۔ اس صورت میں کہ پانی تحلیل کے لئے صرف نہ ہوتا تو حرارت کم ہوتی۔ پس جب ہم نے پانی کو تحلیل کر لیا تو ہم دو گاسوں ہائیڈروجن اور آکسیجن کو جو تحلیل سے پیدا ہوئی تھیں ملاتے ہیں اور انکو بھق سے اڑاتے ہیں جتنی حرارت کا نقصان ہوا تھا اسکو دوبارہ حاصل کرتے ہیں بغیر تحلیل کے بیطری میں ایک خاص وزن کے جست کا جلنا ہے۔ فرض کرو کہ یہ حرارت برابر ۱۰۰ کی ہے اور جب تحلیل کرتے تو حرارت ۸۰ رہ جاتی ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ توانائی کے ۲۰ پیمانہ واحد تحلیل میں صرف ہوتے ہیں لیکن اگر ہم گاس مخلوط کو بھق سے اڑائیں تو حرارت پھر اپنی ۲۰ کی برابر حاصل ہو جاتی ہے پس اسطرح کل نتیجہ جست کے جلنے سے وہی ۱۰۰ پیمانہ واحد

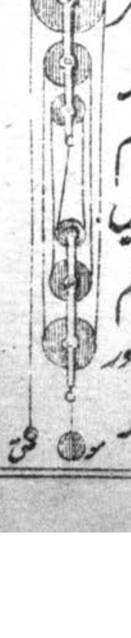
توانائی کے ہوتے ہیں جو پہلے تھے۔ اسوقت توانائی کے مختلف تبدیلیوں کے باب میں جو ایک صورت دوسری صورت میں ہوتی ہیں زیادہ تفصیل کی ضرورت نہیں ہے۔ پس اسقدر کہنا کافی ہے توانائی کی صورت سبدلہ کے درمیان مقدار توانائی کا عنصر ہمیشہ ایک ہی رہتا ہے اگر ہم الجبرا کی زبان کو اختیار کریں اور چھ قسم کی توانائیاں جو اس عالم میں کل ہیں انکی مقداروں کو ا اور ب اور ج اور د اور ر اور س سے تعبیر کریں تو

ا+ب+ج+د+ر+س = ایک مقدار مستقل غیر متغیر کے ہوگی۔ یہ حروف جن مقداروں کو بیان کرتے ہیں وہ متغیر ہیں مستقل نہیں ہیں۔ مگر کل مجموعہ اُنکا مستقل ہے مثلاً ا کی توانائی ب کی صورت یا ج کی صورت میں تبدیل ہو جائے یا اور توانائیاں ایک صورت سے دوسری صورت میں بموجب اِن قوانین کے تبدیل ہوں جو اِن تبدیلیوں کو باقاعدہ بناتے ہیں تو تمام توانائیوں کا مجموعہ جو عالم میں موجود ہے وہ اپنی مقدار میں مستقل ہوگا کم و بیش نہیں ہوگا اسی مسئلہ کو ہم حفظ توانائی کہتے ہیں +

(۱۱۶) کل جو خدمت کرتی ہے +

اب اس اوپر کی مسئلہ کی صداقت دکھلانے کے لئے ایک معمولی ترکیب یکمینکہ کو مثلاً

(۳۰)



چرخیوں کے نظام کو جو شکل ۳۰ میں بنا ہوا ہے بیان کرتے ہیں کہ انکی کام میں لانے سے کیا حاصل ہوتا ہے۔ اِن چرخیوں کے نظام میں دو بلوک ہیں ایک نیچے کا متحرک ہے اور دوسرا اوپر کا قائم ہے اور ایک ہی رسن ساری چرخیوں کے گرد لگی ہوئی ہے اِس رسن کی ایک سرے پر مق قوت لگی ہوئی ہے اور رسن کے تمام حصوں کی تاب برابر ہے وزن مو کے اب وزن مو کو چھ رسن سہارتی ہیں تو اس سے معلوم ہوا کہ مو چھ گنا مق سے ہو تو معادلت یعنے سکون قائم ہوگا۔ فرض کرو کہ مق برابر ہے ایک کیلوگریم کے اور مو ۶ کیلوگریم ہے اور مق کو چھ میٹر کھیچا ہے تو اِس کل میں ہم جو توانائی خرچ کرینگے اسکی مقدار

۶ × ۱ = ۶ سے تعبیر ہوگی تو اس سے ہمکو یہ فائدہ ہوا کہ ہم نے وزن تو ۶ کیلو گریم کا قیام
تھام لیا مگر قانون حفظ توانائی کا جب صحیح رہتا ہے کہ وزن سوجا ہے کہ ایک میٹر سے
زیادہ اونچا نہ ہو۔ اسلئے کہ اگر ایسا وہ نہ کریگا تو جو توانائی ہم نے خرچ کی تھی اس سے
زیادہ الٹی ہم کو ہاتھ لگے گی۔ لیکن اسکو ہم نہایت آسانی سے دیکھ سکتے ہیں کہ مو کا
اٹھنا مق کے اٹھنے سے چھ دفعہ کم ہوگا اسواسطے کہ مو کو چھ رسن سہارتی ہیں اور
مق کو صرف ایک رسن سہارتی ہے پس اسلئے مق کو جب ۶ میٹر بچا کرینگے اور اسی سبب سے خود
مو ایک میٹر اوپر اٹھے گا پس مقام مفید پر مو کے اٹھانے میں توانائی کو جو فائدہ حاصل
ہوا وہ ۶ × ۱ = ۶ ہے اور یہ بعینہ وہی ہے جو مق کے بچا کرنے میں تھا۔ پس ایسی
کلونمیں جتنا زور کا فائدہ ہوتا ہے اتنا ہی نقصان خیز میں یا رفتار میں ہوتا ہے یہی
کیفیت ہائی ڈرولک پریس کی ہے جسکی صورت شکل ۳۲ میں بنی ہوئی ہے اس صورت میں
اگر پسٹنو کے رقبوں میں نسبت ۱ و ۱۰۰ ہو اور وزن ۱۰ کیلو گریم چھوٹی پسٹن پر لگایا جائے
تو ۱۰۰۰ کیلو گریم اُن کو اٹھائیگا جو بڑی پسٹن پر لگایا جائے چونکہ پانی کا حجم ہمیشہ مستقل
رہتا ہے تو بڑی پسٹن کا اوپر اٹھنا چھوٹی پسٹن کے نیچے اترنے کے ۱/۱۰۰ حصہ کی برابر
ہوگا اب اگر چھوٹی پسٹن ۱۰ کیلو گریم کے وزن سے ایک میٹر گرتی ہے تو تم نے ۱۰ پیمانہ و(احد)
توانائی کے کل اسی پسٹن میں خرچ کئے ہیں مگر بڑی پسٹن جسمیں ۱۰۰۰ کیلو گریم ہیں وہ بقدر
۱/۱۰۰ حصے ایک میٹر کی اٹھتی ہے تو مقدار توانائی برابر ہے ۱۰۰۰ × ۱/۱۰۰ = ۱۰ یعنی توانائی
جو ہمنے ۱۰ پیمانہ واحد کی صرف کی تھی وہ کم و بیش نہ ہوئی۔ اسلئے کل کلوں میں ہم کسی
توانائی کو پیدا نہیں کرتے بلکہ توانائی کا استحالہ ایسی صورت میں کرتے ہیں جس سے ہم کو آسانی
حاصل ہو جاتی ہے اور یہ قانون کلیہ ہے جو زور کل میں حاصل کرتے ہیں وہ رفتار یا خیز میں
کھوتے ہیں پس قوت اور خیز جسمیں وہ اثر کرتی ہے آپسمیں ضرب دیے جائیں تو وہی حاصل ضرب
ہوگا جو وزن کو اس خیز میں ضرب دینے سے حاصل ہوتا ہے جسمیں وہ اوپر چڑھتا ہے۔

باب چہارم

توانائی مرئی اور اُسکے استحالے

سبق ١٦۔ توانائی مرئی کے اقسام

(١١٧) توانائی مرئی سے مراد ہماری اس توانائی سے ہے جو مرئی حرکتوں اور انتظام کی ترتیبوں میں دکھائی دیتی ہے مثلاً توپ کے گولوں کا چھوٹنا۔ دریاؤں کا بہنا اس توانائی کی مثالیں ہیں جو مرئی حرکتوں کے اندر دیکھنے میں آتی ہے۔ پہاڑ کی چوٹی پر پتھر رکھا ہونا اس توانائی کی مثال ہے جو مفید انتظام مرئی کی ترتیبوں میں نظر آتی ہے حرکت مرئی میں جو توانائی ہوتی ہے اُسکی بہت سی قسمیں اور صورتیں ہیں۔ اُنمیں سے اول توانائی وہ ہے جو اجسام کی حقیقی مستقیم مرئی رفتار میں ہوتی ہے جیسے کہ ریل پر ٹرین کا چلنا۔ توپ کے گولہ کا چھوٹنا۔ ہوا کا جھونکا۔ دریا کی دھار۔ شہاب ثاقب دوم توانائی وہ ہے جو حرکت مدور میں نظر آتی ہے جیسے کہ لٹو کا یا پھرکی کا تیزی سے پھرنا یا زمین کا اپنے محور کے گرد گردش کرنا۔ سوا ان دونو توانیوں کے ایک وہ توانائی ہے جو ترقص میں یا تموج میں یا لرزش میں دکھائی دیتی ہے۔ ترقص کی مثال پنڈیولم (لنگر یا لٹکن) ہے اور حرکت تموج کی مثال سیتی کے سازوں میں تاروں کی لرزش ہے۔ ان دونو مثالوں سے ان قسموں کی توانائی کی خوب توضیح ہوتی ہے۔ حرکت تموج یا لرزش میں کل مظاہرات آواز شامل ہوتے ہیں تو بعض وقت اجسام آواز دار کا تموج ایسا جلدی ہوتا ہے کہ وہ دکھائی نہیں دیتا مگر وہ اجزاء دقیق کی حرکت سے اور اُنکے انتظام کی ترتیب سے بڑے پیمانہ کا پیدا ہوتا ہے حالانکہ ان دقائق کی حرکتوں اور انتظام کی ترتیبوں کا ایسا نہیں ہوتا جیسا خاص اُس قسم کے تموج میں ہوتا ہے جس سے روشنی پیدا ہوتی ہے۔ جب مفید مقام مرئی پر کوئی جسم بلحاظ کسی زور کے رکھا ہوتا ہے

اِسکی توانائی امکانی یا مقامی ہوتی ہے - اگر زور کشش ثقل ہو تو اِس توانائی مقامی کی مثالیں یہ ہیں کہ پہاڑی کی چوٹی پر پتھر رکھا ہو - سر چشمہ آب - کوکا ہوا گھنٹہ یا زور لچک ہو تو اِس توانائی مقامی کی مثالیں یہ ہیں - کمان چڑھی ہوئی - اور گھنٹہ کی کمانی اور اِس طرح کی اور مثالیں ہیں +

خاص حالتوں میں اِن مختلف صورتوں کی مرئی توانائیوں کا استحالہ آپسمیں ایک دوسرے سے ہو جاتا ہے - دوسرے خاص حالتوں میں قائق کی توانائی میں اُنکا استحالہ ہوتا ہے کہ ہم آخر صورت استحالہ کا بیان آگے ایک باب میں کرینگے - اِس باب میں فقط اول صورت کے استحالوں کا بیان کرتے ہیں - جو توانائی مرئی میں باہم واقع ہوتا ہے -

(۱۱۸) رفتار مستقیم

ہم اول بندوق کی گولی کا ذکر کرتے ہیں - جب ہوا میں گولی تیزی سے جاتی ہے تو وہ ہوا کے اُن اجزاء دقیق میں اپنی حرکت کو پہنچاتی ہے جنکو وہ چھوتی ہے - مگر اِس حرکت رسانی سے اسوقت قطع نظر کرکے یہ فرض کرو کہ وہ اِس لکڑی کے ایک بڑے جرم سے ٹکرائی جو رسّی میں لٹک رہا تھا اور اِس لٹکنے کے سبب سے ہنڈیولم (لنگر) بن رہا تھا جسکے مرکز میں گولی جا کر لگی - اب فرض کرو کہ گولی کا وزن ۲۰ گریم اور اُسکی رفتار ۲۰۰ میٹر فی سکنڈ ہے اور لکڑی کے کُندے کا وزن جسمیں گولی جا کر ٹھیری ہے ۲ کیلو گریم ہے پہلے لگنے سے گولی کا صدمہ تھا ۲۰۰ × ۰٫۰۲ = ۴ جس سے یہ تعبیر ہوتا ہے کہ ایک جسم جسکی جرمیت ۲۰ ہے وہ ۲۰۰ کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے بعد لکڑی میں گولی لگنے کے بھی صدمہ ۴۰۰۰ ہی ہے - مگر اب اس سے یہ تعبیر ہوتا ہے کہ ایک جسم جسکی جرمیت ۲۰۰۲۰ ہے وہ تقریباً ۲ رفتار سے چل رہا ہے - اب دفعہ ۱۰۰ کی ترکیب کو توانائی کے تخمینہ کرنے میں کام میں لائیں تو گولی کی توانائی پہلے لگنے سے $\frac{۰٫۰۲}{۱} \times \frac{(۲۰۰)^2}{۱۹٫۶} = ۴۰٫۸$ تقریباً اور بعد لگنے کے مجموعہ جرمیت (گولی مع لنگر) $\frac{۲٫۰۲۰}{۱۰۰} \times \frac{(۰٫۰۲)^2}{۱۹٫۶} = ۰٫۰۴۰۸$

اب دیکھیے کہ بموجب قانون سوم حرکت صدمات تو ایک ہی رہے مگر گولی لگنے کے بعد توانائی ہزار گنی کم بہ نسبت پہلی توانائی کے ہو گئی پس بہت سی توانائی مرئی حرکت کی توانائی میں سے غائب ہو گئی۔ اب سوال یہ ہے کہ اس توانائی کا استحالہ کس صورت میں ہوا۔ تو اس کا جواب ہم یہ دیتے ہیں کہ لکڑی کے کندے کے قلب میں گولی نے کار کیا۔ اسکی توانائی اسمیں خرچ ہوئی کہ اسنے لکڑی کے اجزاء کو اس سے جدا کیا۔ وہ حقیقت میں ایک خاص قسم کی روک کے مغلوب کرنے میں صرف ہوئی یعنے اس مزاحمت کے مغلوب کرنے میں جو اس کی رہ گذر میں پیش آئی اور یہ تحقیق کرنے سے معلوم ہوگا کہ اس کا نتیجہ یہ ہوا کہ حرارت پیدا ہوئی پس اس صورت میں ایک چھوٹی جرمیت کے صدمہ کی کچھہ مقدار جو بڑی جرمیت میں منتقل ہوئی تو اسکا نتیجہ یہ پیدا ہوا کہ مرئی توانائی کا استحالہ حرارت میں ہو گیا +

(۱۱۹) ہوا جو مزاحمت کرتی ہے +

اسی طرح سے گولی کے چلنے سے جو ہوا کو دراصل صدمہ پہنچتا ہے وہ ہوا کی بڑی بڑی جرمیتوں میں تقسیم ہوتا جاتا ہے اور اس عمل میں گولی کی جہت حرکت میں صدمہ آگے کا بہت اچھی طرح محفوظ رہتا ہے مگر توانائی جو اس صدمہ سے تعبیر ہوتی ہے وہ اتنی کم ہوتی جاتی ہے جتنی کہ ہوا کی متحرک جرمیت بڑہتی جاتی ہے اور اس بات کو ہم خوب جانتے ہیں کہ توانائی معدوم نہیں ہوتی تو اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ وہ حرارت بنتی جاتی ہے۔ اسکا تجربہ ہم کریں تو ہم کو معلوم ہوگا کہ ہوا میں گولی کے لگانے سے جو اضطراب ایسا پیدا ہوتا ہے کہ وہ محسوس نہیں ہوتا ہے۔ اس میں ایک خاص درجہ حرارت کی افزایش ہو جاتی ہے جو اس توانائی کو تعبیر کرتی ہے جو گولی سے نکلی ہے پس اس طرح سے قانون اول حرکت کی توسیع کر سکتے ہیں اول یہ کہ جسم متحرک کا اگر کوئی خارجی زور مانع نہ ہو تو وہ ہمیشہ یکساں رفتار سے متحرک رہے گا۔ اور نہ اس کا صدمہ کم ہوگا نہ اسکی توانائی کم ہوگی اور جب اسپر کوئی خارجی زور عمل کرے گا جیسے کہ ہوا کی

مزاحمت ہی تو اِسکا صدمہ بھی اور اُس کی توانائی بھی کم ہو جائے گی اور جو صدمہ اِس کا کم ہوگا وہ ہوا کی جرمیت میں جو بڑی ہوتی جاتی ہے منتقل ہوتا جائے گا اور اِس طرح وہ محفوظ رہے گا اور توانائی جو اِسکی کم ہوگی وہ حرارت کی صورت میں بدلے گی اور اِس طرح وہ بھی محفوظ رہے گی +

(۳۰) غیر لچکدار اجسام کا ٹکرانا +

اب ہم اوپر کی صورت کو بدلتے ہیں اور دو غیر لچکدار اجسام (مثلاً گولیوں) کے ٹکرانے پر بحث کرتے ہیں - فرض کرو کہ ایک جسم کا وزن ۲۰ گریم ہے اور اُسکی رفتار ۲۰ ہے اور دوسرے جسم کا وزن ۱۰ ہے اور اُسکی رفتار ۱۶ مقابل جہت میں ہے تو ایک جہت میں صدمہ برابر ۴۰۰ کے ہے اور دوسری مقابل جہت میں صدمہ ۱۶۰ ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ بھاری جسم کی جہت حرکت میں صدمہ کی افزائش ۴۰۰ - ۱۶۰ یعنے ۲۴۰ ہے یہ جو صدمہ باقی ہے وہ بعد ٹکرانے کے محفوظ رہے گا بموجب قانون سوم حرکت اور مجموعہ جرمیت یعنے ۳۰ (اسواسطے کہ گولیاں غیر لچکدار ہیں وہ آپس میں ساتھ ہو کر چلینگے) بعد ٹکرانے کے ۸ کی رفتار سے متحرک ہوگا لیکن یہ توانائی متحدہ پہلے ٹکرانے سے

$\frac{20}{1000} \times \frac{(20)^2}{19.6} + \frac{10}{1000} \times \frac{(16)^2}{19.6} = 0.539$ اور بعد ٹکرانے کے صرف $\frac{30}{1000} \times \frac{(8)^2}{19.6} = 0.098$ اب سوال یہ ہے کہ باقی توانائی کہاں گئی تو ہم موافق سابق کے جواب دینگے کہ اسکا استحالہ حرارت میں ہوگیا پس اس سے یہ ظاہر ہوا کہ غیر لچکدار اجسام کے ٹکرانے کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ مرئی حرکت کا استحالہ حرارت میں ہو جاتا ہے +

(۳۱) لچکدار اجسام کا ٹکرانا -

اگر اجسام کامل لچکدار ہوں (یعنی ایسے اجسام ہوں کہ جب انیں باہم برہم زدگی ہو تو دبانے کا زور برابر عود کرنے کے زور کے ہو) اس حالت میں توانائی کا استحالہ حرارت میں نہیں ہوگا بلکہ مرئی حرکت کی توانائی ایسی ہی محفوظ رہے گی جیسے کہ اسکا صدمہ

اسکا حال جیسا کہ ٹکرانے سے پہلے تھا ایسا ہی ٹکرانے کے پیچھے رہے گا (غالباً ایک حصہ توانائی کا اجسام لچکدار کی تموج میں صرف ہوگا مگر ہم بالفعل اس پر خیال نہیں کرینگے) مثال کے لئے فرض کرو کہ دو کامل لچکدار اجسام ہیں جنکا وزن ۴ و ۳ کیلوگریم ہے اور وہ ایک ہی جہت میں ۵ و ۴ کی رفتاروں سے حرکت کرتے ہیں۔ اب وہ ایک دوسرے سے ٹکرائے تو ہم بموجب قوانین اجسام لچکدار کے جانتے ہیں کہ بعد ٹکرانے کے اول اور بڑی گولی کے $\frac{۲۹}{۷}$ رفتار ہوگی اور دوسری اور چھوٹی گولی کی رفتار $\frac{۳۶}{۷}$ ہوگی۔ اب اول پہلے ٹکرانے سے صدمہ ۴۰۰۰ × ۵ + ۳۰۰۰ × ۴ = ۳۲،۰۰۰ تھا اور بعد ٹکرانے کے ۴۰۰۰ × $\frac{۲۹}{۷}$ + ۳۰۰۰ × $\frac{۳۶}{۷}$ = ۳۲،۰۰۰ یہ صدمہ وہی ہے جو پہلے تھا اور پہلے ٹکرانے یعنی برہم زدگی سے $۴ \times \frac{(۵)^۲}{۱۹٫۶} + ۳ \times \frac{(۴)^۲}{۱۹٫۶} = \frac{۱۴۸}{۱۹٫۶}$ اور بعد برہم زدگی $۴ \times (\frac{۲۹}{۷})^۲ + ۳ \times (\frac{۳۶}{۷})^۲ = \frac{۱۴۸}{۱۹٫۶}$ یہ توانائی وہی ہے جو پہلے تھی پس برہم زدگی سے نہ توانائی میں نہ صدمہ میں کچھ فرق ہوا۔ برہم زدگی کی سب سے زیادہ دلچسپ مثال وہ ہے کہ ایک لچکدار دوسرے جسم لچکدار کے مرکز کو ٹکراتا ہے اور یہ دوسرا جسم ساکن ہوتا ہے اور پہلے جسم کی برابر حجم میں ہوتا ہے۔ اس صورت میں پہلی گولی اپنی حرکت کو فنا کرتی ہے اور اسکو دوسری گولی میں منتقل کر دیتی ہے پس اگر بہت سی ایسی گولیوں کی قطار لگی ہوئی ہو جسمیں برابر برابر گولیاں رکھی ہوئی ہوں اور انمیں سے اول گولی پر قطار کی جہت میں کوئی دھکا لگایا جائے تو کچھ عرصہ میں وہ ان گولیوں کے کل سلسلہ میں منتقل ہوتا ہوا آخر گولی میں پہونچے گا۔ اور چونکہ آخر گولی ہے اسلئے وہ اپنی قطار کو چھوڑ کر آگے بڑھے گی۔ . .

(۱۴۳) **توانائی دوار** یعنی اس قسم کی توانائی جو ایک دائرہ میں حرکت کرتی ہے۔ اب ہم مختصر بیان اس صورت کا کرتے ہیں کہ ایک قرص تیز تیز چکر لگاتا ہو یعنی حرکت دوار کرتا ہو۔ دفعہ ۔ امیں ہم نے بیان کیا ہے کہ ایسی حرکت کشش اتصال کے زیادہ زور

دلالت کرتی ہے اسواسطے قرص کے محیط پر جو اجزاء دقیق ہیں اُنکا میلان بموجب قانون
اول حرکت یہ ہی کہ وہ ایک خط مستقیم میں یکساں رفتار سے حرکت کریں لیکن اب چونکہ
وہ دائرہ میں حرکت کرتے ہیں تو اُنپر کوئی زور متواتر اثر کرتا ہوگا ہمیشہ متواتر کشش
اتصال کا زور حرکت مستقیم کے میلان کی مزاحمت کرتا ہی جسکے سبب سے قرص کے اجزاء
دقیق جدا نہیں ہوتے۔ اور حرکت حاصل ہوتی ہے وہ ان دو زوروں کی مصالحۃ ہی
جنمیں سے ایک مرکز کی طرف لاتا ہے جسکو زور متمائل المرکز کہتے ہیں اور دوسرا زور مرکز سے
پرے لے جاتا ہے جسکو زور متنفر المرکز کہتے ہیں جب جزو دقیق کی جہت حرکت میں اسطرح
متواتر تبدیلی ہوتی ہو تو رفتار ہمیشہ ایک ہی رہتی ہے اسلئے کہ قرص کے اجزاء مولف
میں سے مختلف اجزاء کی رفتار تبدیل ہو تو وہ اُسپر دلالت کرے گی کہ کل قرص کی
توانائی حرکت بھی تبدیل ہوگئی اور یہ ہو نہیں سکتا اسواسطے کہ قرص اپنی توانائی
کو بموجب قانون حفظ توانائی تبدیل نہیں کرسکتا بشرطیکہ اسپر فرک یا مزاحمت عمل نہ کریں
اور اگر یہ عمل کرینگے تو بتدریج قرص کی توانائی ان اجسام میں منتقل ہوجاے گی جو
اسکی مالش کریں گے۔

علی العموم یہ ہے کہ نیچر میں جب ٹھیک اجزاء دقیق کا ایک مدار ایک مرکزی زور کے گرد
ہوتا ہی تو رفتار ہمیشہ یکساں ہوتی ہی اور جرمیت کی حرکت مرئی کی توانائی ہمیشہ
مستقل رہتی ہے +

(۱۲۳) اُس جسم کی توانائی جو بیضوی حرکت کرتا ہے +

اوپر کی صورت جو بیان کی وہ واقع نہیں ہوتی اگر مدار بیضوی ہو۔ مثال کے لیے
دُمدار ستیارہ کی حرکت لو۔ وہ ایک ایسا جسم ہے کہ ایک طویل بیضوی مدار کو طے کرتا ہے
جسکے ماسکوں میں سے ایک ماسکہ پر آفتاب ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ آفتاب سے نہایت بعید
فاصلہ پر دُمدار ستیارہ مقام ت پر آتا ہے۔ اور نہایت قریب فاصلہ پر آ پر آتا ہے

جب دُمدار ستارہ ب سے آ کی طرف آتا ہے تو

وہ بتدریج آفتاب کے قریب ہوتا جاتا ہے



اور یہی صورت اُس حال میں ہوتی ہے کہ جب پتھر زمین پر گرتا ہے اس صورت میں ہم جانتے ہیں کہ بتدریج حقیقی حرکت کی توانائی میں پتھر کی توانائی مقامی بدلتی جاتی ہے کشش ثقل کے زور کے گرنے سے نہایت بعید فاصلہ پر ب ہو یہاں جو دُمدار ستارہ کی توانائی مقامی ہے وہ اصلی حرکت کی توانائی میں جتنا وہ آفتاب کے نزدیک ہوتا ہے بدلتی جاتی ہو یہانتک کہ وہ آ پر پہونچ کر بہت تیز رفتاری سے حرکت کرتا ہے حقیقت میں وہ آفتاب کی طرف فاصلہ ب ش سے گر کر فاصلہ آ ش پر آیا ہے۔ بغیر اس لحاظ کے کہ کس رستے وہ ایک مقام سے دوسرے مقام پر آیا ہے۔ یہی بات زمین اور سیاروں کی صورت میں بھی ہے۔ جب زمین آفتاب کے قریب ہوتی ہے تو نہایت تیز رفتار سے چلتی ہے۔ اگر ہم یہ فرض کریں کہ آفتاب سے زمین جب نہایت بعید فاصلہ پر ہوتی ہے تو زمین اور آفتاب کے درمیان بعد ۹۲۹۶۵۰۰۰ میل ہوتا ہے اور جب آفتاب کے قریب فاصلہ پر زمین ہوتی ہے تو اُنکے درمیان ۸۹۸۹۵۰۰۰ میل فاصلہ ہوتا ہے تو فرق ۳۰۷۰۰۰۰ میل اس فاصلہ کو تعبیر کرتا ہے جسمیں آفتاب کی طرف زمین گری ہے پس زمین کی حقیقی حرکت کی توانائی آفتاب سے نہایت قریب کے مقام میں یعنی حضیض میں بہ نسبت نہایت بعید فاصلہ کے یعنے اوج کے بہت زیادہ ہوگی اور یہ اس سبب سے کہ آفتاب کی کشش ثقل کے زور کے سبب سے جرم زمین ۳۰۷۰۰۰۰ میل گرا ہے۔

(۱۴۴) سطح مائل پر ایک جسم کے ساقط کی توانائی۔

قوانین توانائی کے موافق ہم اجسام کی رفتار کی تشخیص کر سکتے ہیں جو سطح مائل یا خط منحنی پر ساقط ہونے سے پیدا ہوتی ہے۔ فرض کرو ایک سطح مائل پر جو ہموار ہے اور جسمیں فرک معدوم سمجھی گئی ہے۔ ایک جسم پھسلتا یا لڑھکتا ہوتا ہے اور سطح کا ارتفاع

ثاقولی ۱۰ میٹر ہے۔ پس اِس فاصلہ کی مقدار کے موافق جسم مرکز زمین سے قریب اپنے انجام سفر میں بہ نسبت اپنے ابتدا سفر کے ہو جائیگا۔ بغیر اِسکے کہ سفر کی ڈھلان یا انحناء پر جسمیں وہ گذرا ہے لحاظ کریں اِسکی توانائی مقامی آخر سفر میں اتنی کم ہوگی اور حقیقی توانائی اِتنی زیادہ ہوگی کہ وہ جسم براہ راست مرکز زمین کی طرف اِن میٹروں کی مسافت کو طے کر کے گرتا۔ پس علم مکینک میں جو سطح مائل کا یہ مشہور مسئلہ ہے کہ سطح مائل پر جو جسم غلطان ہوتا ہے یا پھسلتا ہے اُسکی رفتار ثاقولی ارتفاع پر منحصر ہوتی ہے بغیر اِسکے کہ اُسکی ڈھلان پر لحاظ کیا جائے۔ ہم اسکو دوسری طرح پیدا کرتے ہیں۔ لیکن اگر سطح ناہموار ہو یا سطوح مائل کے ایک سلسلہ سے وہ مرکب کی جائے جسمیں سطحیں ایکدوسرے کے ساتھ خاص زاویوں پر میلان رکھتے ہوں بنائی جائے تو اِس صورت پر مسئلۂ مذکور صادق نہیں آئے گا۔ اسواسطے کہ سطح ناہموار پر فرک کے سبب توانائی کے ایک حصّہ کا نقصان ہوگا۔ اور اِس صورت میں کہ دفعتہً ڈھلان بدلتے ہیں اسکا ایک حصّہ سطح کے زاویوں پر ترچھی برہم زدگی سے گم ہوگا +

(١٢٥) مرئی توانائی مقامی +

ہم نے توانائی مقامی کی کیفیت کافی اوپر لکھی ہے اِس قسم کی توانائی کا ظہور دہاں ہوتا ہے جہاں کشش ثقل کا زور ہو جیسے کہ پہاڑی پر پتھر رکھا ہو چشمۂ آب سر بن رہا ہو گھنٹہ کو کا گیا ہو یا جہاں زور لچک کے اعتبار سے مقام مفید ہو جیسے کہ کمان چڑہی ہوئی ہو اور گھڑی کو کی گئی ہو۔ یہ تمام زور توانائی امکانی کے بالطبع مرئی توانائی حرکت میں تبدیل ہو جاتے ہیں جب پتھر پہاڑی پر سے گرتا ہے چشمۂ آب مِل کے پہیّوں کو چلاتا ہے۔ گھنٹے کا وزن گھنٹے کے پہیّوں کو پھراتا ہے۔ چڑھی ہوئی کمان تیر کو چھوڑتی ہے۔ گھڑی کی کمانی گھڑی کے پہیّوں کو چلاتی ہے +

(١٢٦) پینڈیولم (لنگر) کی توانائی +

اب ہم ترقص و تموج کی حرکات پر متوجہ ہوگئے ہیں۔ انہیں جسم کی اصلی توانائی اور قیام کی توانائی باری باری سے پیدا ہوتی ہے۔

اب ایک پنڈیولم (لنگر) لو جو ایک نہایت سیدھی سادی مثال حرکت رقص کی ہے جب پنڈیولم (لنگر) کا بوب (رقاص) اپنے ترقص کی اوج پر ہوتا ہے اور اپنے قیام کو بدلنے کو ہوتا ہے تو اُسکی مثال ایسی ہوتی ہے کہ پتھر اپنے صعود کی اوج پر ہوتا ہے اور وہاں سے گرنے کو ہوتا ہے۔ اِن دونوں صورتوں میں اُس مقام مفید کے سبب سے توانائی ہوتی ہے۔ جو بلحاظ کشش ثقل کے زور کے جسم کو ملتا ہے۔ پھر جب پنڈیولم کا رقاص اپنے نزول میں سب سے نیچے مقام یعنی حضیض میں پہنچتا ہے تو اُس کی توانائی قیام حقیقی حرکت میں تبدیل ہو جاتی ہے اور پھر اِس میں ایک ایسی کافی رفتار پیدا ہو جاتی ہے کہ وہ صعود کرتا ہے یعنی اوپر چڑھتا ہے (بشرطیکہ کوئی رگڑ اور مزاحمت نہ ہو) اور اتنی بلندی پر پہنچتا ہے جتنی بلندی سے نیچے گرا تھا مگر شاقولی جہت کی دوسری جانب میں۔ پس جب اِس جانب میں اپنے جھولنے کی اوج پر پہنچتا ہے تو مثل سابق اسکی توانائی بالکل توانائی مقامی میں بازگشت کرتی ہے اور پھر اسکا نزول یعنی اُترنا شروع ہوتا ہے اور اسی طرح دائیں طرف سے بائیں طرف اور بائیں طرف سے دائیں طرف باری باری وہ جھونٹے لیتا ہے اور ہمیشہ زیادہ تیز رفتار ہوتا ہے اور اپنے جھونٹے کے اوج پر توانائی قیام رکھتا ہے۔ ہم قوانین توانائی کے موافق ایک ہی دفعہ میں پنڈیولم کے ترقص کے ہر مقام میں اس کی رفتار دریافت کر سکتے ہیں نیچے کی مثالوں سے اِس کا حال معلوم ہو جائیگا

مثال ا۔ ایک پنڈیولم کا بوب (رقاص) وزن میں ایک کیلوگریم تھا اور اِس طرح جھولتا تھا کہ اپنی اوج میں یعنی سب سے زیادہ بلندی پر مرکز زمین سے بہ نسبت اپنے حضیض یعنے سب سے نیچے مقام کے وہ بقدر ایک ڈسی میٹر کے زیادہ بلند ہوتا تھا تو اُس کی رفتار مقام حضیض میں بتلاؤ۔ جواب۔ اِس کی توانائی بعینہ اسی قدر ہے کہ ایک کیلوگریم کو

ایک خیر دی سی میٹر کو کشش ثقل کے اثر سے طے کرنے میں حاصل ہوتی یعنی وہ ۰٫۱ پیمانہ واحد اس توانائی کے ہوگی جو ایک کیلو گرام کو ایک میٹر گرنے میں حاصل ہوتی اس لئے بموجب دفعہ ۱۰۰ اور جملہ جبریہ $\frac{م^۲}{۲ \times ۹٫۸۱}$ = ۰٫۱ سے حاصل ہوگی اس سے معلوم ہوا کہ م = ۱٫۴۰ اسواسطے یہ وہ رفتار ہے جو پنڈیولم (لنگر) کو اپنے حضیض میں حاصل ہوگی۔

(۱۲۷) فوکالٹ کا تجربہ۔

اب فرض کرو ہمارے پنڈیولم میں ایک بھاری وزن ایک اچھی ڈور میں لٹکایا جائے ڈور کا اثر پنڈیولم پر فقط اس کی تاب (تناؤ) کا ہے جس کے سبب وہ وزن کی برداشت کرتی ہے اور اُسے جھولنے دیتی ہے اب یہ ظاہر ہے کہ اس پنڈیولم کا ترقص ہمیشہ متواتر ایک ہی سطح ثاقولی میں جاری رہے گا۔ سطح ترقص کی جہت ہمیشہ ایک ہی رہتی ہے مثلاً ایک کمرہ میں پنڈیولم ایسی سطح میں ترقص کرتا ہو کہ وہ کمرہ کی کسی دیوار کے متوازی ہو۔ اب اگر اس پنڈیولم کو ایک میز کے گرد گردش دو گے تو اُس کی سطح ترقص اس گردش میں بھی دیوار کے متوازی رہے گی۔ مگر یہ سطح ترقص میز کے قطر کے ساتھ جو زاویہ بناتی ہے اس میں تغیر واقع ہوتا رہے گا جس ہوئے میں کہ پنڈیولم کی ڈوری لٹکی ہوئی ہے اُس کو موڑیں تو اس سے ڈوری بل کھا جائیگی مگر وزن آویزاں اپنا مقام نہیں بدلے گا۔ اور سطح ترقص کی نہیں تبدیل ہوگی۔ اسواسطے کہ اس سطح میں فقط حقیقی حرکت ہی نہیں کی جاتی بلکہ وہ زور بھی جو حرکت کو بدلتے ہیں یعنی ڈوری کی تاب کا زور اور کشش ثقل کا زور یہ سب اسی سطح ثاقولی میں مع حرکت ہیں پس اس سے ظاہر ہے کہ حرکت اسی سطح میں جاری رہے گی

اب ہم کو یہ خیال کرنا چاہئے کہ ہم عین قطب شمالی زمین پر کھڑے ہوئے ہیں اور وہاں ہم نے اپنے پنڈیولم کو اس سطح ثاقولی میں متحرک کیا ہے جو گرین وچ کے نصف النہار پر گذرتی ہے تو ہم نے اوپر بیان کر دیا ہے کہ پنڈیولم کی حرکت ہمیشہ متواتر اسی سطح میں جاری رہیگی جس میں وہ شروع ہوئی تھی اور چونکہ زمین اپنے محور پر گردش کرتی ہے تو مختلف

نصف النہار اُس کے ساتھ گردش کرتے ہیں۔ پس چھ گھنٹے کے عرصہ میں سطح تاقولی نصف النہار گرین وچ میں گذرتی ہوئی اپنے مقام اول پر زاویہ قائمہ بنائیگی۔ زمین پر نصف النہاروں کو خطوط کھینچکر پنڈیولم کے نیچے مرتسم کرو۔ زمین کے قطب پر یہ نظام نصف النہاروں کا اپنے مرکزی نقطہ کے گرد ۲۴ گھنٹے میں گردش کریگا۔ لیکن ایسا نہیں ہوتا پنڈیولم کی سطح حرکت جسکو ہم نے بیان کردیا ہے کہ وہ اپنا مقام قیام پر رہیگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ خطوط نصف النہار پنڈیولم کی سطح حرکت پر گذر کرکے حرکت کرینگے اِس کے معنی یہ ہیں کہ پنڈیولم کی سطح حرکت یہ معلوم ہوگی کہ مقابل جانب میں نصف النہار کے خطوں کے نظام کے گرد ۲۴ گھنٹہ میں ایک چکر کرے گی گویا کہ وہ ایک قسم کا گھنٹہ تھا پنڈیولم قطب کا مقام فقط آسانی کیلئے مقرر کیا ہے۔ اگر زمین کے کسی اور عرض بلد پنڈیولم جھولے تو نتائج میں سادگی ہوجائیگی یہ تجربہ جو ذہانت کے بہر ہوا ہے فوکالٹ نے کیا تھا کہ وہ زمین کی گردش کو بغیر کسی اور تعلق کے ثابت کرے

۱۸۵۱ء میں ملک فرانس میں اس کا تجربہ اس طرح کیا گیا کہ ایک پنڈیولم اس طرح بنایا کہ اس میں ۲۰۱ فٹ لمبا تار لگایا اور اسمیں ایک تانبے کا وزنی گولہ باندھا اور اُسکو پیرس کے پلین تھیون کے مینارے لٹکایا اور اُس کے نیچے میز رکھی اور میز پر ریت کو بچھا دیا اور پنڈیولم کے وزن کے نیچے ایک بہت باریک سوئی کی نوک نکلی ہوئی لگادی کہ وہ ہر دفعہ پنڈیولم کے جھوٹے میں میز کی ریت کے سر پر لگ کر ایک حصہ کو اُڑادے اور اُس کے نشانوں سے پنڈیولم کے جھولنے کی آمد و رفت معلوم ہے بس اس طرح جو پنڈیولم کا تجربہ کیا تو ریت پر اُس کے متواتر نشانوں کے پڑنے سے یہ معلوم ہوا کہ سطح ترقص نے بلحاظ عمارت مینار کے اپنا مقام بدلا اور ہم یہ اصول مسلمہ بیان کر آئے ہیں کہ سطح ترقص کی جہت میں ہمیشہ ثبات و استقلال ہوتا ہے پس اس سے معلوم ہوا کہ عمارت نے اپنا مقام بدلا مگر عمارت کیا اپنا مقام بدلے گی۔ یہ کہیے کہ زمین نے اپنا مقام بدلا۔ جسکے ساتھ عمارت وابستہ ہے پس اس سے ثابت ہوا کہ یہ امر وقوع میں نہیں آسکتا جب تک

زمین گردش نہ کرے +

(۱۲۸) **توانائی تموج** + اب ہم تموج کی حرکت کا ذکر کرتے ہیں جسکو ہم ساز کے تاروں اور گھڑیال کے گھنٹے میں دیکھتے ہیں یہ حرکت بہت مشابہ پنڈیولم کی حرکت کے ہے ترقص کی حرکت کی طرح تموج میں بھی جسم کے مختلف اجزاء دقیق اپنی اپنی توانائی حرکت اور توانائی قیام کو آپسمیں بدلتے رہتے ہیں وہ اپنے سکون کی مقام کی دونو جانبوں میں باری باری سے تموج کرتے ہیں اور اس مقام پر گذرنے کے اثنا انکی حالت ایسی ہوتی ہے جیسی کہ پنڈیولم کے بوب (رقاص) کی ہوتی ہے کہ بہت تیز حرکت کرتے ہیں اور جب وہ اپنی دوری کی حد غایت کو پہنچتے ہیں اور اپنی پہلی حالت پر مراجعت کرنے کو ہوتے ہیں تو انکی توانائی اصلی حرکت نیست ہو جاتی ہے اس سبب سے کہ وہ توانائی قیام میں بازگشت کرتی ہے ایک اور بات بھی مشابہت کی پنڈیولم کے ترقص اور جسم کے تموج میں ہے کہ پنڈیولم کی حرکت میں نقصان دو شیوں سے واقع ہوتا ہے جنمیں سے ایک مزاحمت ہوا ہے اور دوم سہارے کی فرک ہے ہوا کے سبب سے جو حرکت کا نقصان ہوتا ہے وہ آخر کو حرارت بن جاتا ہے اور فرک کے سبب سے جو نقصان ہوتا ہے اُس کی بھی آخر کو یہی صورت حرارت بن جاتی ہے +

جسم متموج کی حرکت کے ایک حصہ کو ہوا لے جاتی ہے جو اول وہ تموج پیدا کرتا ہے جسکو ہم سنتے ہیں اور اسکا نام آواز رکھتے ہیں جو بعد اسکے حرارت کا روپ بھرتا ہے اور دوسرا حصہ اسکا فرک سے یا جسم متموج کے مختلف حصوں کے باہم سائیدگی سے حرارت کی صورت میں تبدیل ہوتا ہے۔ پس اس سے ہم یہ خیال کر سکتے ہیں کہ مرئی تموج کی توانائی آخر کو حرارت کی صورت اختیار کرتی ہے مگر اس سے پہلے نہیں کہ وہ ایک حرکت موج پیدا کرتی ہے جو کان پر آواز کا اثر پیدا کرتی ہے۔ ہم اس حرکت موج کا ذکر جو اس باب میں باقی رہ جائیگا بہت مفصل آگے بیان کرینگے۔ اب ہم ان باتوں کا مختصر بیان لکھتے ہیں جو ہم نے بیان کیں ہیں +

(۱۲۹) اوپر کے بیانون کا خلاصہ +

اوّل حقیقی مستقیم رفتار سے توانائی پیدا ہوتی ہے جسکا فرک اور مزاحمت کی وساطت سے آخر کو سطح زمین پر حرارت میں استحالہ ہو جاتا ہے +

دوم - حرکت دوار کے سبب سے توانائی پیدا ہوتی ہے -

سوم - بیضوی مدار میں جسم متحرک توانائی پیدا کرتا ہے اِس صورت میں توانائی امکانی کا اصلی توانائی میں استحالہ ہوتا ہے - اور پھر اس سے اُلٹا مدار کے مختلف حصوں جسم میں نہایت زیادہ اصلی توانائی جب ہوتی ہے کہ وہ زور کے مرکز کے نہایت قریب ہوتا ہے اور نہایت زیادہ توانائی قیام جب ہوتی ہے کہ وہ زور کے مرکز سے نہایت بعید ہوتا ہے +

چہارم - پہاڑی کی چوٹی پر پتھر کے رکھے جانے سے یا کسی جسم کے مفید مقام مرئی میں بلحاظ کسی زور کے رکھے جانے سے ایسی توانائی پیدا ہوتی ہے +

پنجم - حرکت ترقص کی توانائی جیسی کہ پنڈیولم میں ہوتی ہے اسمیں تواتر باری باری حرکت کی توانائی قیام اور توانائی حقیقی میں ہوتا ہے لیکن وہ بسبب فرک اور مزاحمت کے آخر کو وہ بکھر جاتی ہے اور حرارت کی صورت اختیار کرتی ہے +

ششم - توانائی تموج جیسی کہ ساز کے تار یا طبق کے تموج کی ہے جو بالکل مشابہ پنڈیولم کے ترقص کے ہے - ہر ایک جزو دقیق کی توانائی حقیقی اور امکانی علی التبادل ہوتی ہے اور وہ آخر کو حرارت کی صورت کو اختیار کرتی ہے -

سبق ۱۷ - اہتزازات یا لرزشیں یا ارتعاش

(۱۳۰) آواز کی تمہید کے لئے ہم حرکت تموج کا مفصل بیان کرتے ہیں ایک بہت سیدھا سادہ پنڈیولم ہے جس میں ایک وزنی گولی ایک ڈور میں لگی ہوئی ہے اور ڈور بمقام س بندھی ہوئی ہے اور اُس کے جھولنے کا سب سے نیچا مقام یعنی حضیض ڈ ہے - یہ نہایت آسان ہے کہ ہم اس زور کو دریافت کر لیں جو گولی کو آگے بڑھنے میں کسی مقام ب پر محرک ڈ کی طرف لیجانے کا ہوتا ہے



ب پر گیند کے وزن کا زور جہت شاقولی میں نیچے کی طرف عمل کرتا ہے
اسکو خط ب د سے تعبیر کرو اب زوروں کے متوازی الاضلاع
کے موافق ہم ب د کو دو زوروں ب ی اور ب ف میں تجزی کریں
جنمیں ب ی ڈوری کی جہت میں ہے جس سے معلوم ہوتا ہے کہ وہ
فقط ڈوری پر ایک کھچاؤ ہے جو گولی کی حرکت پر کچھ اثر نہیں رکھتا - اب دوسرا حصہ ب ف
ٹھیک گولی کی حرکت کی جہت میں ہے اور اسیواسطے وہی بالکل حرکت کی رفتار زیادہ کرنے
کے لئے قابل استفادہ ہے - اسواسطے ب ف اس زور کو تعبیر کرے گا جو پنڈیولم کو اُس کی
راہ میں کسی نقطہ ب پر آ کی طرف تحریک کرتا ہے

ب ف = ب د جیب ب د ف = ب د جیب ی ب د

(کیونکہ ی س کا متوازی د ف ہے) = ب د جیب س (کیونکہ س آ کا متوازی ب د ہے)
اور ب د گولی کے وزن کو تعبیر کرتا ہے اس سے معلوم ہوا کہ کسی نقطہ پر زور برابر ہے حاصلضرب
وزن گولی اور اس زاویہ کے جیب کے جو اس جہت شاقولی کے ساتھ بناتی ہے اِسکے یہ معنی ہیں کہ
یہ زور متناسب زاویہ س کی جیب کے ہوتا ہے - اب اگر پنڈیولم جہت شاقولی کے ہر جانب میں
تھوڑے تھوڑے فاصلے طے کرتا ہو تو قوس ب آ بہت چھوٹی ہوگی اور اس سبب سے زاویہ
س بہت چھوٹا ہوگا - اور ایسی صورت میں قوسوں کی جیوب میں وہی نسبتیں ہوتی ہیں جو
خود قوسوں میں تو ب ف جو زور متناسب زاویہ س کی جیب کے تھا وہ متناسب قوس
ب آ کے ہوا لیکن ب آ گولی کا فاصلہ مقام سکون سے ہے - اس سے معلوم ہوا کہ گولی پر
جو زور محرک ہوتا ہے وہ متناسب اس فاصلہ کے ہوتا ہے جو گولی کا مقام سکون سے
ہوتا ہے اس مضمون کو ان الفاظ میں بیان کرسکتے ہیں کہ زور متناسب ہٹاؤ کے ہوتا ہے
یعنے اس جگہ کے جسمیں گولی سرکائی گئی ہے +

(۱۳۱) ترقص متساوی الزمان +

ہم نے اوپر بیان کیا ہے کہ سیدھا سادہ پنڈیولم جو بہت چھوٹے چھوٹے ترقص کرتا ہے اسمیں مدو متناسب سرکاؤ کے ہوتا ہے وہ بہت زیادہ جب ہوتا ہے کہ پنڈیولم اپنے مقام سکون یعنے مسکن سے بہت زیادہ فاصلہ پر ہوتا ہے یعنے جب اسکی رفتار نسبت ہوتی ہے اور یہ سرکاؤ فنا ہوتا جاتا ہے کہ پنڈیولم سب نیچے مقام میں یعنی حضیض میں ہوتا ہے جبکہ یہ سنی ہیں کہ اس کی رفتار نہایت زیادہ ہوتی ہے۔ یہی صورت بعینہ اجسام لچکدار میں واقع ہوتی ہے جیسے کہ کمانیاں یعنی سپرنگ وغیرہ میں اسلئے کہ ان سب میں مدو جالی یعنی وہ زور جو کمانی کو اُٹھا اپنے مقام سکون یعنی مسکن پر لانا چاہتا ہے متناسب سرکاؤ کے ہوتا ہے اور سوا اسکے یہ بھی معلوم ہوا ہے کہ ایسی صورتوں میں ایک سلسلہ ترقصوں یا تموجوں کا مسکن کے دونو طرف واقع ہوتا ہے اور یہ تموجات ہمیشہ ایک ہی زمانہ میں بغیر لحاظ انکے قد و قامت کے ہوتے ہیں (دفعہ ۱۲۵ دیکھو) مثلاً اگر ہم ایک کمانی کو ایسا خمیدہ کریں کہ اس میں سرکاؤ بقدر کسی ایک پیمانہ واحد کے ہو اور پھر وہ تموج آگے اور پیچھے اسطرح کرے کہ ایک تموج ایک سکنڈ میں ہو اب اگر کمانی کو ایسا تانیں کہ سرکاؤ برابر ۲ کے ہو تو اس صورت میں بھی تموجات اسطرح ہونگے کہ ایک تموج ایک سکنڈ میں ہوگا صرف فرق یہ ہوگا کہ دوسری صورت میں سیر پہلی صورت کی نسبت دو چند ہو

یہ اصول متساوی الوقت کا یعنی تموجات کا جو ایک ہی وقت میں ہوتا ہے بغیر لحاظ انکی وسعت کے تمام لچکدار اجسام سے متعلق ہے مثلاً ایک لچکدار سلاخ کو خمیدہ کروں تو ایک ہی وقت میں تموج کرینگے خواہ میں اسکو ہلکے سے یا طاقت سے کھینچوں خواہ نقطہ خمیدہ ایک ملی میٹر یا دو ملی میٹر اپنے مقام سکون یعنے مسکن سے جدا ہو اب میں ایک اور دوسری مختلف طرح کی سلاخ لیکر خمیدہ کروں اسکے تموجات میں سے بھی ہر ایک تموج ایک ہی وقت میں ہوگا بلا لحاظ اُن کی وسعت کے مگر دوسری سلاخ کا وقت تموج وہی نہیں ہوگا جو پہلی سلاخ کا تھا +

(۱۳۲) وقت تموج۔

اب سوال یہ ہے کہ وقت تموج کس چیز پر منحصر ہے + اس سوال کے جواب کی بحث کو زیادہ نہیں بڑھاتے ہیں فقط اتنا بیان کرنے پر اکتفا کرتے ہیں کہ خاص علم حرکت کا یہ سوال ہے - اسمیں اول ہم کو جسم متموج کی جرمیت پر خیال کرنا چاہیے - دوم اس زور کے عمل پر جس سے سرکاؤ ہوتا ہے - اگر جرمیت زیادہ ہوگی اور زور کم ہوگا تو تموج بطیی ہوگا اور اگر جرمیت کم ہوگی اور زور زیادہ ہوگا تو تموج سریع ہوگا - اس کی توضیح اس طرح کرتے ہیں کہ ایک سلاخ سٹیل (فولاد) کی لیں اور اسکے ایک سرے کو باندھ دیں اور دوسرے سرے ضرب لگائیں تو تموج سریع ہوگا لیکن اگر اس سرے پر سیسہ کے ڈلے کا بوجھ زیادہ کر دیں تو پھر تموج بطیی ہوگا +

(۱۳۳) موج یا لہر کی حرکت

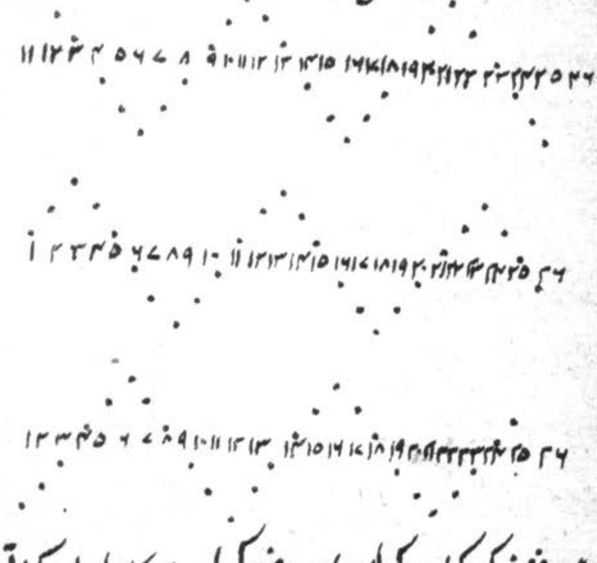
ابتک ہم نے ایک جسم یا ایک ذرہ دقیق کے ترقص اور تموج کا بیان کیا ہے - اب ہم یہ لکھتے ہیں کہ ذرات دقیق کی قطار کس طرح اپنی حرکت کو تبلاتی ہے جسکا نام ہم موج یا ارتعاش یا لرزش رکھتے ہیں یہ حرکت ارتعاش یا تموج اسطرح خوب سمجھ میں آتی ہے کہ ایک کاک نکالنے کا معمولی پیچ لیں اور اپنے محور پر اس کو کاک کے اندر پھرائیں تو ایک حرکت لہریہ دار پیدا ہوگی - اس حرکت میں خوب جانتے ہیں کہ پیچ کے ذرہ دقیق کی کوئی خرد ایک سرے سے دوسرے سرے تک نہیں گئی - ایک عالم نے اس حرکت موج یا ارتعاش یا لرزش کی خوب تعریف کی ہے کہ ایک موج یا لہر ایک انتقال متواتر ذرات دقیق کی حالت رشتہ مندی کا اس حال میں ہوتا ہے کہ الگ الگ ہر یک ذرہ دقیق دوسرے ذرہ دقیق کو حرکت علی التبادل پہونچاتا ہے - اس کی توضیح کے واسطے بہت سی متعارف مثالیں ہیں جن کو طلبہ دیکھ سکتے ہیں - مثلاً کھڑے اناج کے کھیت میں جب ہوا کے جھونکے باقاعدہ چلتے ہیں تو اس کے اناج کے بالوں میں لہریں پیدا ہوتی ہیں بالوں کے سرے آگے پیچھے دوڑ کرتے ہوئے معلوم ہوتے ہیں اس کے بعض حصوں میں بالوں کے سرے جڑے ہوئے گھنے اور

بعض حصوں میں انکے سر سے چھدرے نظر آتے ہیں مگر ہم یہ خوب جانتے ہیں کہ بالوں کی کوئی فرد اپنے مسکن سے جدا نہیں ہوتی - بلکہ آگے پیچھے حرکت کرتی ہیں - اس طرح اگر ہم کسی تالاب میں پتھر پھینکیں تو جہاں جاکر وہ پڑے گا (جسکا نام ہم مرکز اضطراب رکھتے ہیں) وہاں سے لہروں کا ایک سلسلہ پھیلے گا - مگر ذرا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ پانی کے اجزاء کی کوئی فرد اپنے مسکن سے جدا ہو کر حرکت نہیں کرتی -

(۱۳۴) امواج بالاویت -

حرکت تموج کے دیکھنے کے لئے ہمکو اول یہ صورت لینی چاہئے کہ ذراتِ دقیق کی افراد کی حرکت سمت انتقال کے ساتھ قائمے زاویے بناتی ہے جیسے کہ تالاب کی سطح آب پر پتھر پھینکنے سے موجیں دیکھنے میں آتی ہیں +

شکل ۴۳



شکل ۴۳ میں فرض کرو کہ اوپر کی لین اس وضع کی لہروں کا سلسلہ دکھاتی ہے اسمیں ذرات دقیق ۱ و ۱۱ و ۲۱ وغیرہ اپنے اوپر کی طرف حرکت میں حد غایت پر پہونچے ہوئے ہیں اور اسی وقت میں ذرات دقیق ۶ و ۱۶ وغیرہ اپنے نیچے کی طرف حرکت میں حد غایت کو پہونچے ہوئے ہیں پس اس طرح سے ۱ و ۱۱ و ۲۱ وغیرہ موج کا اوج بنانے میں اور ۶ و ۱۶ وغیرہ

اُنکی حضیضں اور دو قریب کی اوجوں کے درمیانی فاصلہ کو جیسے او ۱۱ کے درمیان ہے اور دو متصل کی حضیضوں کے درمیانی فاصلہ کو جیسے کہ ۶ اور ۱۶ کے درمیان ہے طول موج کہتے ہیں۔ اب فرض کرو کہ تھوڑی دیر گذرنے کے بعد ہم اس سطح کو پھر دیکھتے ہیں تو اُس کی صورت شکل ۴۳ کی دوسری لین میں نظر آئیگی ذرہ دقیق ۱ نیچے اُترا اور ذرہ دقیق ۳ اپنے اوپر کی طرف کی حرکت میں چوٹی پر پہنچا اور اوج کی موج بنا۔ حاصل مطلب یہ ہے کہ اوپر کی لین کی حالت آگے کی طرف بقدر عرض درمیانی او ۳ کے دائیں طرف کی سمت میں بڑھ گئی۔ یعنی موج اس فاصلہ کو طے کرتی ہوئی ظاہر ہوئی۔ پھر آگے اس شکل میں دیکھو کہ ارتعاش یعنی لرزشیں ایک قدم اور آگے بڑھ گئے ہیں ح ب ہ و ہ ذرات دقیق جو ابتدا میں اپنی نیچے کی طرف حرکت میں حد غایت کو پہونچے ہوئے تھے۔ اوپر کی طرف حرکت کرنے میں حد غایت پر پہنچ گئے اور حیزوں کی اس حالت نے اس فاصلہ پر قدم بڑھایا ہے جو برابر اس نصف طول موج کے ہے جو پہلے ہی مرتبہ ہم نے دیکھا تھا۔ ذرات دقیق کی حالت جو رشتہ مندی کی ہے وہ اپنی ترقی کی صورت میں برابر ایک ہی جہت میں بائیں طرف سے دائیں طرف جاری رہے گی جب تک کہ موج جسکی چوٹی آ پر تھی وہ طول موج کو طے کرے گی اور مقام ۱۱ پر پہنچے گی اور اس اثناء میں موج کی اوج ۱۱ سفر ۱۳ پر کرے گی غرض ہر حیز آگے پورے طول موج پر سفر کریگی +

اب ہم اگر ان حیزوں کی حالت پر غور کریں تو ہم کو یہ معلوم ہوگا کہ ذرات دقیق اپنے انھیں مقامات پر آ گئے جو اُنکے ابتدا میں آ و ۱۱ و ۱۳ وغیرہ اوجوں کو و ۱۶ وغیرہ حضیضوں کو تعبیر کرتے تھے۔ اسیواسطے اس اثناء وقت میں ہر ذرہ دقیق نے پورا دو چند تموج کیا۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اس وقت میں کہ ایک طول موج پر سفر کیا ہے ہر ذرہ دقیق نے ایک کامل دوچند تموج کیا ہے پس اگر طول موج یعنی ایک اوج سے دوسرے متصل اوج تک کے فاصلہ کو ط تعبیر کرے اور مر اس دو چند تموج کے تعبیر کرے جسکی ہو افق

موج پھیلتی ہے اور مو اس وقت کو تعبیر کرے جسمیں ذرہ دقیق دو چند تموج کرتا ہے تو مط یعنی ایک طول موج موج سے مو وقت میں طے ہوگا یعنے مط = مر مو

(۱۳۵) امواج کثیف و لطیف -

جن موجوں کا ذکر اوپر کیا ہے اُنکے سوا اور قسم کی بھی موجیں ہوتی ہیں مثلاً ایک ذرہ دقیق کی حرکت اپنی انتقال کی سمت پر قائمے زاویے نہ بنائے بلکہ وہ ایک ہی سمت میں ہو تو بے شک موج کی حرکت بالا و پست نہیں ہوگی بلکہ پس و پیش حرکت ہوگی وہ ایک موج کثیف و لطیف ہوگی -



شکل ۴۴ میں ایسی موج کے آگے بڑہنے کی صورت بنی ہوئی ہے جسمیں طول موج کی حالتیں اور اُسکے آگے بڑہنے کی کیفیتیں اسی کے مشابہ نظر آئینگی جو ابھی اوپر موج بالا و پست کی صورت میں بیان ہوئی ہیں - یہاں بھی ہم دیکھتے ہیں کہ ایک ذرہ دقیق کا کامل تموج اسی وقت میں ہوتا ہے جسمیں ارتعاش موج ایک طول موج میں آگے بڑہتا ہے +

(۱۳۶) ہم نے اوپر طول موج کے معنی بیان کئے - اب ہم بہ تفصیل بیان کرتے ہیں کہ ذرہ متموج کی نمائش کے معنی کیا ہیں - ذرہ دقیق کی نمائش لمحہ معلوم میں یہ تبلائے گی کہ اس کا مقام اس لمحہ میں بلحاظ تموج کے کہاں ہے یہ ہوسکتا ہے کہ وہ اپنے مقام سکون میں ہو یہ اُس کی ایک نمائش ہے - اوپر کی قطار میں اُسکا مقام ہو تو اس سے اُس کی دوسری نمائش معلوم ہوگی - اور جب ان دو مقاموں کے درمیان اسکا قیام ہو تو اُسکی تیسری نمائش معلوم ہوگی - ذرہ متموج کی نمائش کے صحیح بیان کرنے میں جملات ریاضیہ کے استعمال کی ضرورت پڑتی ہے - اب دیکھ لو کہ ارتعاش میں کسی دو متصل کے ذرات دقیق کی ایک نمائش نہیں ہوتی پس اس قسم کی حرکت کی بھی ایک خصوصیت ہے - اسواسطے کہ اگر تمام ذرات دقیق ٹھیک

ایک ہی وقت میں ایک ہی سمت میں اور ایک ہی وسعت میں اپنے اصلی مقامات سکون سے کھیچے جاتے تو یہ حرکت کل جسم کی حرکت ہوتی اور ارتعاش نہ ہوتا۔ اس واقعہ سے کہ مختلف ذرات دقیق مختلف طرح سے ایک ہی وقت میں کھے گئے ہیں جنبش پر دلالت کرتی ہے جو زوروں کو پیدا کر کے حرکت کو پھیلواتی ہے +

(۱۳۷) وُسعت تموّج +

وسعت تموج سے مراد اس وسعت سے ہے کہ جس میں ذرات دقیق اپنے مقام سکون کی ہر جانب میں تموج کرتے ہیں دفعہ ۱۳۱ میں ہم نے بیان کیا ہے کہ اجسام لچکدار کے ذرات دقیق کا تموج وسعت تموج سے بے تعلق ہے۔ پس اس سے معلوم ہوا امواج کے قد و قامت ایسی ہو سکتے ہیں کہ جن دونوں میں طول موج اور رفتار پھیلنے کی ایک ہی ہو۔ باوجودیکہ افراد ذرات دقیق کے تموج کا طول دونوں میں مختلف ہو۔ اگر شکل ۴۳ کی طرح کا ارتعاش ہو تو یہ ہم خیال کر سکتے ہیں کہ طول موج یعنی او ۱۱ کے درمیان فاصلہ ایک ہی رہے گا گو ذرات دقیق کی بلندی و پستی میں بہت تبدل واقع ہو اور اگر شکل ۴۴ کی طرح کی موج ہو تو اس میں بھی ہم اچھی طرح یہ خیال کر سکتے ہیں کہ طول موج نو بدلے نہیں اور مقدار لطافت اور کثافت مختلف ذرات کی کم یا زیادہ ہو جائے۔ حاصل یہ ہے کہ ذرات دقیق کے افراد طول تموج پر طول موج موقوف نہیں ہے

سبق ۱۸۔ آواز

(۱۳۸) **آواز**۔ انسان کا دماغ احساس کا مسکن ہے اور اُسکی اکثر جسمانی رگوں کا اصلی ماخذ و معدن جب ہماری اُنگلی زخمی ہوتی ہے تو رگیں احساس کرتی ہیں وہ دماغ میں اِس تکلیف کی خبر پہنچاتی ہیں۔ اگر یہ رگیں نہ ہوں تو خواہ کیسی ہی جسمانی تکالیف پہونچے ہم کو ذرا رنج نہ معلوم ہوگا ہمارے پاس ایک نہایت مستحکم دلیل اس امر کے یقین کرنے کی ہے کہ دماغ میں جو شی یہ رگیں لے جاتی ہیں وہ حرکت ہوتی ہے اور یہ حرکت خود رگ کی بحیثیت مجموعی نہیں ہوتی بلکہ اسکے اجزاء دقیق کی حرکت ہوتی ہے جو ایک جزو سے دوسرے جزو پر پہونچ

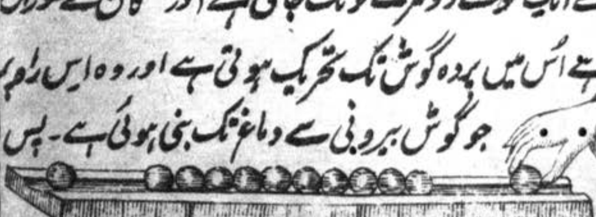
محققین نے تجربہ کیا ہے کہ اگر کسی مینڈک کو اذیت پہنچائی جائے تو اسکی رگوں میں جو تکلیف کا ادراک ہوتا ہے اُسکی تیز رفتاری ۹۳ فیٹ ایک سکنڈ میں ہوتی ہے۔ اگر وہیل کے دم میں سوئی چبھو تو کچھ دیر میں اُس کو اپنی تکلیف کی خبر ہوگی) دماغ کے مختلف حصوں میں یہ رگیں خبر دیتی ہیں اور رگوں کے دقائق کی حرکت سے مختلف قسم کا احساس ہوتا ہے۔ تالو اور زبان سے جو حرکتیں پہنچتی ہیں اُس سے احساس ذائقہ کا ہوتا ہے جو حرکتیں کہ مناظر کی رگوں کے ذریعہ سے پردہ چشم پر پہنچتی ہیں اس سے احساس روشنی کا ہوتا ہے جو حرکتیں سماعت کی رگوں کے ذریعہ پہنچتی ہیں دماغ میں اس سے احساس آواز کا ہوتا ہے۔ بالفعل ہم اسی احساس سے بحث کرینگے۔ جس علم میں اس آواز سے بحث کرتے ہیں اُسکو علم آواز کہتے ہیں اور اسمیں بیان کرتے ہیں آواز کی صفت۔ آواز کا پیدا ہونا مختلف اشیا سے آواز کا نکلنا۔ آواز کی قوانین جنکے موافق ہمارے کان تک وہ پہنچتی ہے۔ علم آواز ایک یونانی لفظ اکوسٹک کا ترجمہ ہے جسکے اصلی معنی سُننے کے ہیں +

(۱۳۹) امواج آواز کی خاصیت +

ایک کمرہ کے اندر ایک چھوٹے سے بلیون (غبارہ) میں آکسیجن اور ہائیڈروجن مخلوط ہو کر بھری ہوئی ہے۔ اب اِس میں ایک شعلہ لگا دو تو گاسیں بھق بھق کرکے پھٹنے لگینگے۔ (بھق بھق کرنے کو ہم آگے دغنا لکھا کرینگے) اور کمرہ میں ہر کان کو یہ صدمہ محسوس ہوگا اِس احساس کا نام ہم آواز رکھتے ہیں اب سوالات ہیں کہ یہ صدمہ کس طرح سے بلیون سے ہمارے آلہ سماعت تک پہنچا۔ کیا دغنے والی گاسوں نے ہماری رگ سماعت پر ہوا کے ذرات دقیق کی گولیاں کان پر اسی طرح ماریں جیسے بندوق گولیاں چاند ماری پر پڑتی ہیں۔ یہی ہوا اسمیں شبہ نہیں بلیون کے ہمسایہ میں ایک خاص حد تک ذرات دقیق میں آپس کے اندر دھکا پیل ہوئی ہے۔ مگر بلیون کی متصل کی ہوا کا کوئی ذرہ دقیق کمرہ کے موجودہ آدمیوں کی کانوں تک نہیں پہونچا۔ یہاں کارروائی اِس طرح ہوئی ہے کہ جب مخلوط گاسوں کو آگ پہنچا تو اِنمیں اتحاد کیمیاوی پیدا ہوا اور اِنکے اتحاد کے سبب سے شدت سے حرارت کا ظہور ہوا

اب دفعۃً گرم ہوا پھیلی اور اُسنے اپنے گرد کی ہوا کو بڑی سختی سے سب طرف بزور ہٹایا۔ بلیون کے نزدیک کی ہوانے اپنی حرکت اِس ہوا میں منتقل کی جو کچھ تھوڑی دور اسے تھی اور اسی وقت میں جس ہوا اول حرکت میں آئی تھی وہ ساکن ہوئی۔ اب جو تھوڑی دور کی ہوا متحرک ہوئی تھی اُسنے اپنی حرکت زیادہ دور کی ہوا کو پہنچائی اور اپنی باری میں آن کر ساکن ہوگئی پس اس طرح سے ہوا کا خول جو بلیون کے گرد تھا اُسنے اپنے پاس کی ہوا کے خول کو متحرک کیا اور اسی طرح ایک خول اپنے دوسرے خول کو حرکت پہونچاتا گیا اور اس طرح پھیل گئی اور ہوا میں موج پیدا ہوگئی۔ موج کی حرکت کو اور ذرات دقیق کی حرکت کو جو کسی لمحہ میں موج کو بناتی تھی آپس میں خلط ملط نہیں کرنا چاہیے۔ اسواسطے کہ بڑی فاصلہ تک موج آگے کو حرکت کرتی ہے تو ہوا کی ہر فرد ذرہ دقیق کی بہت ہی تھوڑی سی سیر آگے پیچھے کرتی ہے

(۱۴۰) ہم نے دفعہ ۱۳۱ میں بیان کیا ہے کہ یہ حرکت اسی قسم کی ہوتی ہے جیسے کہ لچکدار گولیوں کی قطار کی ہوتی ہے۔ اب اس بات کو شیشہ کی گولیوں کو لیکر اس طرح بیان کرو شکل میں ایک خانہ میں جسمیں نشان کندہ ہے ۹ گولیوں کو ایک دوسرے سے ملاکر برابر برابر رکھو اور اول گولی کو اٹھاکر قطار کے سرے پر مارو تو واسطے سے جو حرکت اول گولی کو پہونچے گی وہ دوسری گولی کے حوالہ ہوگی اور دوسری گولی کی تیسری گولی کے حوالہ اور تیسری گولی کی حرکت چوتھی گولی کے حوالہ ہوگی۔ ہر ایک گولی اپنی حرکت اپنے پاس کی گولی کو دیکر پھر اُلٹی اپنی جگہہ پہ آجاتی ہے۔ قطار کی آخر گولی آگے چلے گی۔ پس اسی طرح آواز ہوا کے ایک تو سے دوسرے تو تک جاتی ہے اور کان کے سوراخ جو ہوا بھری ہوتی ہے اُس میں پردہ گوش تک تحریک ہوتی ہے اور وہ اس راہ پر چلتی ہے جو گوش بیرونی سے دماغ تک بنی ہوئی ہے۔ پس



اس پردہ گوش کا تموج ہڈیوں کے ایک سلسلہ میں ہوتا ہوا دوسرے پردہ تک پہنچتا ہے اور رطوبت میں سے

ہوتا ہوا رگ سماعت کے سروں پر پہنچتا ہے اور پھر اس رگ پر ہوتا ہوا دماغ میں پہنچتا ہے یہاں پہنچنے سے ایک مادی شے روحانی شے ہو جاتی ہے تموج ملکینکہ سے آگاہی ذہنی پیدا ہوتی ہے یعنی ذہن کو آواز کا علم ہوتا ہے جس اصول حیات لا کا ذہن میں آنا ضرور ایسا ہی ہے میں ایک مثال سے اُس کی توضیح کرتا ہوں - پانچ لڑکے ا اور ب اور س اور د اور ی ایک قطار میں ایک دوسرے کے پیچھے اپنے دونو ہاتھ اپنے پاس کے لڑکے کے کندھے پر دھرے ہوئے کھڑے ہیں اور ی سب سے آگے کھڑا ہے اور ا سب سے پیچھے میں دفعتہً ا کو دھکا دونگا تو ب کو ا کا دھکا

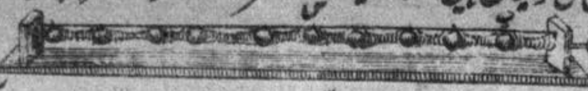


لگے گا اور پھر ا اپنی جگہ پر سیدھا کھڑا ہو جائیگا اور ب کا دھکا س کو اور س کا دھکا د کو اور د کا دھکا ی کو لگے گا

اور ہر ایک لڑکا اپنا دھکا دوسرے کو پہنچا کر سیدھا کھڑا ہو گا لیکن ی کے آگے کوئی لڑکا نہیں ہے تو وہ آگے کو گرے گا - اگر وہ کسی پہاڑی کے سرے پر کھڑا ہو گا تو وہ گر پڑے گا - اور اگر وہ کسی کواڑ کے پاس کھڑا ہو گا تو اسکے شیشے کو توڑیگا - اگر کسی ڈھول کے نزدیک کھڑا ہو گا تو وہ ڈھول کو ہلائیگا اِس طرح سے ہم ایک دھکہ کو سو لڑکے کھڑا کر کے پہنچا سکتے ہیں ہر ایک لڑکے کو آگے پیچھے ایک جھکولا لگے گا بس اسی طرح ہم آواز کو ہوا کے اندر بھیجتے ہیں اور اسی کان کے پردے کو جو بمنزلہ ڈھول کے ہی بجاتے ہیں اور اسی ہوا کے ذرہ دقیق کی ہر فرد تحریک میں شریک ہوتی ہے اور ایک چھوٹا سا رقص کرتی ہے اسکی سوا و لڑکوں کی قطار سے یہ بات بھی سکھنی چاہئے کہ جب ہم ا کو دھکا دیتے ہیں تو وہ سُستی کے ساتھ اسے قبول کرتا ہے اور آہستگی سے اپنے ہمسایہ کے لڑکے ب کو حرکت پہنچاتا ہے اور یہی س کے ساتھ ب کرتا اور د کے ساتھ س اور ی کے ساتھ د - مگر اس طرح سے قطار پر آہستگی حرکت گشت

کرتی ہے لیکن جب ا کو دھکا لگ چکتا ہے تو وہ جلدی سے اعصاب سعی کرتا ہے اور دفعۃً مراجعت کرتا ہے اور ب کو اپنی حرکت پھرتی سے پہنچا کر آپ پھر ساکن کھڑا ہو جاتا ہے۔ ب بھی س کے ساتھ اور س بھی د کے ساتھ اور د بھی ت کے ساتھ وہی کرتا ہے۔ پس حرکت پہلی کی نسبت تیزی سے اس قطار پر چلتی ہے۔ اعصاب کی کوشش اور دفعۃً مراجعت کا جو حال ہے اُسی کے مشابہ آواز کی صورت میں ہوا کی لچک کا ہے۔ ہوا کی موج میں ہوا کی ایک تو اپنے ہمسایہ کی تو کو دباتی ہے اور اُس کو اپنی حرکت دیکر پیچھے اپنی جگہ پر آتی ہے اور جتنی زیادہ یہ جوانگی اور مراجعت ہوتی ہے یعنی جتنی ہوا میں لچک زیادہ ہوتی ہے اُتنی ہی زیادہ آواز کی رفتار زیادہ ہوتی ہے۔ تعلیم جو سائنٹفک ہوتی ہے وہ ہم کو یہ سکھاتی ہے کہ ہم نیچر (موجودات عالم) میں ان چیزوں کو جو ہم کو نہیں دکھائی دیتیں اُنکو بصیرت باطنی سے یعنے چشم دل سے اسی طرح دیکھیں کہ جسطرح ان چیزوں کو چشم ظاہر کی بصارت سے دیکھتے ہیں جو ہمکو دکھائی دیتی ہیں۔ پس اس طرح سے ہم کو آواز کی موج کی تصویر محدود بنانے میں کوشش کرنی چاہئے۔ ہم اپنے ذہن میں یہ سمجھہ سکتے ہیں کہ جب ہمارا بیلون دغا تھا تو اس دغنے سے ہوا کے اجزاء دقیق باہر کی طرف دبے تھے اور آپس میں قریب قریب جمع ہوئے تھے اور اس کثیف ہوا کے پیچھے ہی اجزاء دقیق لگے ہوئے تھے وہ زیادہ آپس میں ایک دوسرے سے جدا ہوئے تھے۔ پس خلاصہ یہ ہے کہ آوازدار موج کو ہم یوں خیال کر سکتے ہیں کہ وہ دو حصوں سے مرکب ہوتی ہے ایک حصہ میں ہوا زیادہ کثیف ہوتی ہے اور دوسرے حصہ میں اس سے زیادہ لطیف ہوا اکثر ہوتی ہے غرض آواز کی موج کے دو جزو مولف ہیں ایک کثافت دوسری لطافت۔ ہوا کے اجزاء دقیق میں آگے پیچھے حرکت پھیلنے کی لین میں ہوتی ہے۔ اور اس میں اوپر نیچے حرکت نہیں ہوتی۔ اسکی خوب توضیح دفعۃً ۱۳۲ و ۱۳۳ میں کی گئی ہے اور اس آلہ سے اور بھی توضیح ہو سکتی ہے کہ کس طرح سے آواز کی تحریک کی رسائی ہوتی ہے

اِس آلہ میں لکڑی کی گولیاں ہیں اور وہ ایک دوسرے سے اِس طرح جدا کی گئی ہیں



کہ انکے درمیان

کمانیاں پیچاں لگی ہوئی ہیں - پس جب ہم لٹو و پر ضرب لگاتے ہیں تو اس میں ایک سلاخ لگی ہوئی ہوتی ہے جو اول گیند ب پر لگتی ہے اور ب حرکت ... میں پہنچاتا ہے اور اسی طرح حرکت سارے سلسلہ میں پہنچتی ہے اور جب نوبت آخر گولی پر پہنچی ہے تو وہ لکڑی پر لگتی ہے - اگر ہم چاہیں تو یہاں گھنٹہ رکھ کر اسے بجوا سکتے ہیں - ہوا کی لچک کو یہ کمانیاں تعبیر کرتی ہیں - تحریک کو ایسا آہستہ ہم کر سکتے ہیں کہ وہ آنکھ کو بھی دکھائی دے +

(۱۴۱) خلا یا فراغ میں آواز نہیں پھیلتی -

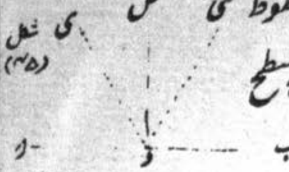
اگر ہم جسم مرتعش کو جیسے کہ تار یا طبق ہی خلا میں رکھیں اور اُس کو بجائیں تو آواز نکلتی ہوئی نہیں معلوم ہوتی کیونکہ آواز کے معنی یہ ہیں کہ جسم مرتعش کی توانائی کا ایک حصہ کسی چیز میں یعنی وسیط میں جس سے وہ لمس کرتی ہے پہونچے پس اگر وہ مناسب وسیط کے ساتھ لمس نہیں رکھتی ہے تو کسی توانائی کو نہیں پہنچا سکتی - ایر پمپ کے رسیور میں ایک ہاتھ کی گھڑیال جو مقررہ اوقات میں بجائی جائے رکھ دو اور پھر تدریج ہوا کو خالی کرو تو جتنا ہوا کو خالی کرتے جاؤ گے اُتنی ہی آواز دھیمی ہوتی جائے گی اور اگر ہم ہوا کو بالکل خالی کر لینے میں کامیاب ہونگے تو آواز بالکل نہیں سُنائی دیگی - اب اگر پھر اس رسیور میں ہوا بتدریج داخل کرتے جائینگے تو پھر آواز سُنائی دینے لگے گی +

(۱۴۲) انعکاس آواز

جب ہوا میں موج آواز ایک موج رواں ہو کہ اثناء راہ میں وہ کسی روک یا اوٹ سے رک جائے تو وہ اس سے منعکس ہو گی اور اس قانون کے بموجب اسکا انعکاس ہوگا -

فرض کرو کہ سطح مستوی ا د ب کاغذ کی سطح پر عمود وار قائم ہے اور آواز کی موج

یا کرن ی د اُسپر آکر پڑی اور نقطہ د پر اُسنے ٹکر لگائی - د سے د س عمود سطح ا د پر کھینچو تو یہاں سطح سے یہ موج ایسی اُلٹی پھینکی جائے گی یا یہ کہو کہ اسکا انعکاس ایسا ہوگا کہ زاویہ ی د س برابر ہوگا زاویہ س د ی کے اور تینوں خطوط



شکل (۴۵)

ی د اور د س اور د ی ایک ہی سطح میں ہونگے اور یہ سطح ا د ب پر عمود ہوگی - اب اگر زاویہ س د ی کا نام زاویہ اتصال رکھیں تو زاویہ س د ی کا نام زاویہ انفصال یا انعکاس ہوگا - پس اس انعکاس کے قوانین یہ ہیں - اوّل - زاویہ انعکاس برابر ہوگا زاویہ اتصال کے -

دوم - اتصالی اور انعکاسی کرن آواز کی ایک ہی سطح میں ہونگیں جو سطح انعکاس کے ساتھ زاویے قائمے بنائیگی - یہ پیچھے بیان ہوگا کہ آواز اور روشنی دونوں کے انعکاس کے قوانین ایک ہی ہیں +

(۱۴۳) گونج یا صدا -

زیادہ یا کم فاصلہ پر جب آواز کسی روک سے ٹکرا کے اسطرح منعکس ہوتی ہے کہ اس آواز کو مکرر پیدا کرتی ہے تو اسے گونج یا صدا کہتے ہیں مثلاً پہاڑوں اور بُرجوں وغیرہ سے کچھ فاصلہ پر چند الفاظ زور کی آواز سے بولے جائیں تو اکثر یہ ہوتا ہے کہ کچھ وقفے کے بعد وہی الفاظ مکرر اسطرح سُننے میں آتے ہیں کہ گویا کوئی دوسرا شخص وہی الفاظ بول رہا ہے پہلے زمانہ میں یہ بھی ایک مضمون شاعرانہ تھا کہ گونج ایک دیبی ہے جو پہاڑوں اور جنگلوں وغیرہ میں چھپی ہوئی رہتی ہے - بچوں کا دل اس سے بڑا خوش ہوتا ہے کہ جب وہ پہاڑوں اور برجوں کے اندر آواز لگاتے ہیں تو اُن کو یہ معلوم ہوتا ہے کہ کوئی دوسرا شخص ہماری آواز کی نقل اُتارتا ہے بعض اوقات آواز منعکس زیادہ اصل آواز سے سُنائی دیتی ہے مثلاً ایک گھنٹہ کی ٹن ٹن کی اصلی آوازیں کسی روک کے سبب سے کان میں اپنا اثر پورا کرنے کے لئے رُکتی ہیں مگر انکی گونج کی آوازیں مکانوں کی قطار کے سبب سے بالکل سُنائی

دیتی ہوں - کوئی لفظ صاف صاف گونج کی آواز سے سُنائی دے اِسکے واسطے ضرور ہے کہ ابتداءِ لفظ اور گونج کی آغاز کے درمیان ایسا تھوڑا سا وقفہ ہو کہ محسوس ہو بڑے لفظ کے واسطے بہ نسبت چھوٹے لفظ کے سطح منعکس کرنے والے فاصلہ پر ہونی چاہیئے - گونج کے لئے ضرور ہے کہ مصدر آواز اور مقام گوش کے درمیان فاصلہ ہو جو لفظ ایک ہجے کا ہو اُسکی گونج کے واسطے سطح منعکس کا فاصلہ کان سے ۱۱۲ فیٹ سے کم نہیں ہونا چاہیئے - دو ہجوں کے لفظ کے لئے اِس سے دو چند فاصلہ چاہیئے اور علیٰ ہذا القیاس - بعض اوقات آواز دوبارہ منعکس ہوتی ہے - گونج ایک عجیب و غریب شئے ہے - ایک اصلی آواز کی گونج بیس بیس دفعہ سُننے میں آتی ہے - گیلریاں سرگوشی کے واسطے بنائی جاتی ہیں - اُن کی صاف دیواروں سے متواتر گونج کی آوازیں سُننے میں آتی ہیں + لندن میں سینٹ پال کے گرجا میں ایک برج ایسا ہے کہ اگر اُس کی ایک جانب میں کھڑے ہو کر کسی شخص کے کان میں بات کہئے تو اُسکی دوسری جانب میں گونج کے ذریعہ سے ایک شخص اُسکو سُن لیتا ہے - مگر اِن دونو جانبوں کے بیچ میں جو آدمی کھڑے ہوتے ہیں کچھ بھی نہیں سُنائی دیتا +

(۱۴۴) آواز کا انعکاس اور اُس کی مشابہتیں روشنی کے ساتھ -

آواز کے عمل کی توضیح جسطرح ہوتی ہے اُسی طرح روشنی اور اشعاع حرارت کی تصریح ہوتی ہے - اِن دونوں میں بھی تموج کی حرکات ہوتی ہیں اور خیر میں آواز کی طرح اپنے تئیں پھیلاتی ہیں اور ایک ہی قوانین کے موافق اُنکی شدت گھٹتی جاتی ہے - آواز کی طرح روشنی اور اشعاع حرارت ایک نلی کے ذریعے سے جسکی اندرونی سطح منعکس کرنے والی ہو دور تک لی جائے جاتی ہیں اور اِنمیں نقصان بالمقابلہ بہت ہی کم ہوتا ہے - حقیقت میں کوئی تجربہ جو روشنی کے انعکاس کے باب میں کیا جائے وہ انعکاس آواز کے متماثل ہوگا - نیچے شکل میں دیکھو اس گیلری پر ایک الکٹرسٹی کا لیمپ (برقی چراغ) ایک گھڑی کے قریب

رکھا ہوا ہے - اب ایک شخص لیمپ کو روشن کر دے اور اس کی تیز روشنی کو ایک مرر پر جو لیمپ کے سامنے رکھا ہے واقع ہونے دے تو انعکاس کا عمل ضیائے منفرج کو ایک مخروط نور کی صورت بنا دے گا

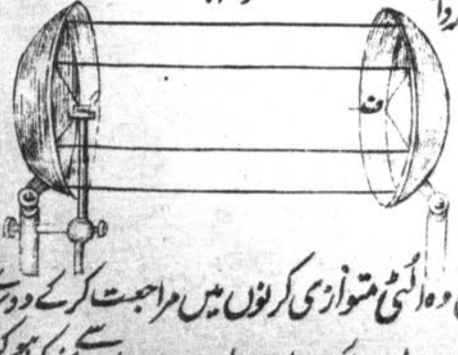


جس کی ہیئت کمرہ کے فدات پر منقش ہو جاتی ہے - اب روشنی منعکس ہو کر جس نقطہ پر انضمام پائے وہاں نشان کر لو اور لیمپ کو گل کر دو اور گھنٹہ کو اس نقطہ انضمام پر رکھو اور اپنے کان کو لگاؤ تو آواز کو بھی مثل روشنی کے مرر مجتمع کرتا ہے اور گھنٹے کی کھٹ کھٹ کی آواز کان میں اس طرح آتی ہے کہ گویا وہ مرر سے نکلتی ہے گھنٹے سے نہیں - اب گھنٹے کو بند کر دو اور گھڑی کو وہاں رکھ دو جہاں لیمپ رکھا تھا - اس بڑے فاصلہ پر بھی گھڑی کے چلنے کی آواز صاف سنائی دے گی - اگر ہم کان میں ایک شیشہ کی قلم (قیف) لگا لیں تو آواز بالکل صاف سنائی دے گا +

(۱۴۸۵) ری فلیکٹر (عکس انداز) مزدوج +

دو شلجمی مرآۃ (مرر) لو اور انکو آمنے سامنے لگا دو اور ان میں سے ایک کے ماسکہ

(۱۹۴)

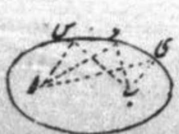


(فوکس) پر گھڑی یا کوئی اور جسم آواز دار جسیم آسانی سے رکھ دو فوکس کے مقام کی خاصیت یہ ہے کہ تمام آوازیں جو اس سے انصرام پاتی ہیں اور پاس کے مرر پر پڑتی ہیں وہ الٹی متوازی کرنوں میں مراجعت کر کے دوسرے مرر پر جا کر پڑتی ہیں جیسے کہ شکل میں بنی ہوئی ہیں اور پھر اس دوسرے مرر سے منعکس ہو کر

وہ اُسکے فوکس پر جمع ہوتی ہیں اگر اس فوکس پر کان کو لگاؤ تو گھڑی کی آواز جیسی
یہاں صاف سُنائی دے گی کسی اور مقام پر کان لگانے سے نہیں سُنائی دے گی
غرض ایک مر کے فوکس پر گھڑی کے رکھنے سے اُس کی آواز دوسرے مر کے فوکس پر
خوب صاف سُنائی دے گی +

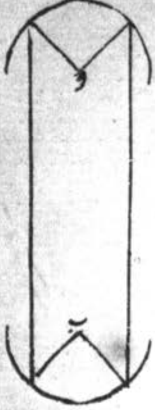
مُنحنی چھتیں اور پوششیں بھی وہ کام کرتے ہیں جو یہ مر کرتے ہیں جزیرہ سسلی میں ایک گرجا تھا اُسمیں ایک مقام تھا کہ جہاں پادری صاحب کے کان میں گناہ گار اپنے گناہوں کا اقرار توبہ کے لئے کرتے تھے گرجا کی چھت منحنی تھی اس سے اِن آوازوں کا انعکاس ہوکر ایک دوسرے فوکس پر جمع ہوتا تھا بعض آدمیوں کو یہ مقام معلوم ہوگیا۔ وہ خود وہاں ٹھیرے رہتے اور دوستوں کو بلاتے اور گناہ گاروں کے سارے گناہوں کو جو وہ پادری صاحب کے کان میں کہتے سُنتے۔ اتفاق سے ان سُننے والوں میں ایک شخص کی بیوی نے ایسے اپنے گناہ کا اقرار کیا جسکے سُننے اور سُنوانے سے اُسکو سخت ندامت ہوئی۔ آخر کو یہ راز کھُل گیا اور گناہ گاروں کے گناہوں کے سننے کا مقام بدل گیا۔

(ا) دائرہ کا ماسکہ یعنی فوکس اسکا مرکز ہوتا ہے۔ پس اس مرکز سے جو آوازیں نکل کر محیط پر جائینگے وہ منعکس ہو کر مرکز ہی میں جمع ہونگیں اسلئے گول کمروں کے مرکز پر گونج بڑے زور شور سے ہوتی ہے (ب) شکل بیضوی میں اسکے ہر ایک سر کے پاس ایک ماسکہ ہوتا ہے اسطرح اس کے دو ماسکے (فوکس) ہوتے ہیں۔ اس خط منحنی میں یہ صفت ہے کہ اسکے ایک ماسکہ مثلاً ا پر جو آواز۔ روشنی۔ حرارت ہوگی وہ نکل کر محیط بیضوی پر مثلاً س اور د ی پر پہونچے گی اور وہاں سے منعکس ہوکر ماسکہ ب پر جمع ہوگی۔ اگر کوئی کمرہ بیضوی بنا ہوا ہو اور اُسکے ماسکہ کوئی شخص بیٹھ کر بولے تو اُسکو وہ



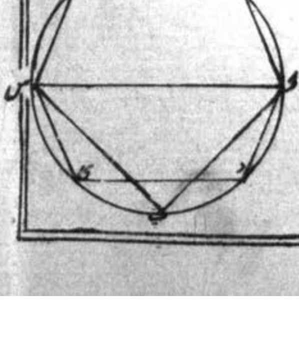
شخص جو دوسرے ماسکہ پر بیٹھا ہے صاف سُنے گا اور جو لوگ کہ ان دونو ماسکوں کے درمیان ہونگے وہ کچھ

نہیں سُنینگے ایسے کمرہ کو انگریزی میں وسپرنگ گیلیری کہتے ہیں جسکا ترجمہ کمرہ سرگوشی
کرتا ہوں۔ کیونکہ اِس میں سرگوشی خوب ہوسکتی ہے (جہاں پہلے یہ لفظ استعمال کیا
ہے اُسکے معنی یہی سمجھنے چاہئیں +



(ج) اگر دو طاقوں کی سطحیں مجوف ہوں اور
ایک دوسرے کے مقابل ہوں جیسے کہ
نیچے شکل میں بنی ہوئی ہیں تو ایک شخص
ایک ماسکہ آ پر بیٹھا ہوا دوسرے شخص سے جو
ماسکہ ب پر بیٹھا ہوا ہے خوب باتیں کرسکتا ہے +

(د) اگر ایک دیوار اندر کی طرف مجوف یا مقعر ہو تو اسکا کام فقط یہی نہیں ہوگا کہ
اندر کی آواز کو باہر نہ جانے دے بلکہ وہ امواج آواز کو اندر کی طرف منعکس کرکے
اور زیادہ کثیف اُنکو کردیگی۔ مثلاً کسی گول کمرہ کی چھت گنبد نما ہو تو اِس میں جو لوگ
دیوار کے پاس بیٹھے ہوتے ہیں وہ آپس میں خوب باتیں کرسکتے ہیں اور اُنکی آواز دور
تک سُنائی دیتی ہے اسلئے کہ یہ آوازیں اِس مقام پر مجتمع ہوتی ہیں جو ٹھیک بولنے
والوں کے مُنہ پر ہوتی ہیں۔ مثلاً نیچے شکل میں دائرہ سے کسی گنبد کے یا کمرہ سرگوشی
کے اندر کے حصہ کو تعبیر کریں جو درحقیقت ایک مجوف نصف کرہ ہے اور سب سمتوں سے
آواز کو منعکس کرکے ایک نقطہ پر جمع کرتا ہے مثلاً آ سے آواز نکل کر ب پر گئی تو یہاں سے
منعکس ہوکر س پر وہ پہونچے گی اور اسی طرح امواج آواز جو آ سے نکل کر د اور ق پر جا پہنچینگی
وہ الگ الگ ی اور ح پر منعکس ہونگی اور یہاں دوبارہ
منعکس س پر ہونگی۔ اگر آ پر دروازہ ہو اور وہ زور سے
بھیڑا جائے تو س پر اُس کی آواز ایسی ہوگی کہ یہ معلوم
ہوگا کہ بادل گرجا +



(ر) سمبری کیوز میں ڈائی اونی شس نے ایک جیلخانہ کی چھت ایسی بنوائی تھی کہ جو قیدی اُسکے اندر باتیں یا سرگوشی کرتے وہ اس چھت سے منعکس ہو کر ایک مکان میں جمع ہوتیں جہاں وہ انکو سُنا کرتا تھا اسی سبب سے ڈائی اونی شس کا کان ضرب المثل ہو گیا تھا۔

(س) درس و تدریس اور وعظ و لکچروں و سپیچوں کے واسطے جو خاص مکانات بنائے جاتے ہیں انمیں اس امر کا ضرور لحاظ رکھنا چاہیے کہ کس طرز سے انکو بنائیں کہ مقررین اور واعظین کی آواز منعکس ہو کر سامعین کے کان میں صاف اور اچھی طرح پہونچے بعض دفعہ ان مقاصد کے لئے مکانات عالی شان ایسے اناپ سناپ بنائے جاتے ہیں کہ انمیں واعظ و مقرر۔ لکچرار کی آواز اُنکے پاس بیٹھنے والوں کو بھی اچھی طرح نہیں سُنائی دیتی دور کے بیٹھنے والوں کو سُنائی دینا تو کسی طرح ممکن نہیں ہوتا۔ اب ہم چند باتیں نظری طور پر یہاں لکھتے ہیں جن کو عملی طور پر ہر مکان کی تعمیر میں معمار کو ملحوظ خاطر رکھنا چاہیے اگر کمرہ چھوٹا ہو تو اُس کے جس حصہ سے آواز منعکس ہوگی وہ اصلی آواز سے بہت تھوڑی دیر جدا رہے گی اور پھر اُس سے آن ملے گی۔ یوں انعکاس آواز کو تقویت ہوگی۔ پس ایسے کمرہ میں نہ تو پردے لٹکائے جائیں تو بچھونے بہت سے بچھائے جائیں نہ بہت ادمی اس میں کھڑی کی جائیں۔ ان باتوں سے انعکاس میں کوئی خلل نہیں پڑیگا ان مکان سب طرح محفوظ رہے گا۔ لیکن اگر مکان بڑا ہو تو اصل آواز سے آواز منعکس کا فصل اتنی دیر تک رہے گا کہ اُس سے ایک پریشانی پیدا ہوتی ہے۔ ایک لے یا لفظ کی گونج اپنی متصل کی لے یا لفظ کے ساتھ منطبق ہو جاتی ہے اور اس وجہ سے راگ کا لطف اور مقرر کی تقریر کا مزہ تلف ہو جاتا ہے۔ اس کا علاج طرح طرح سے کیا جاتا ہے۔ گرجاؤں میں واعظ کے سر پر اور پیچھے ایک بڑی سطح ایسی بنائی جاتی ہے کہ وہ اپنے انعکاس سے واعظ کی آواز کو سامعین تک آگے پہونچاتی ہے اور ایسی جگہ لیجاتی ہے جہاں وہ سُنائی نہ دیتی۔ مگر اس میں یہ خرابی پیش آتی ہے کہ سامعین کی آواز بھی انعکاس

سبب سے واعظ کے کان مین ایسے زور شور سے جاتی ہو کہ وہ پریشان خاطر ہوتا ہے ۔

(ش) انعکاس آواز سے امداد ایک اور مفید کام میں بھی لی گئی ہے کہ لنڈن میں ڈاکخانوں میں نلوں کے اندر چھوٹے چھوٹے پارسل ہوا کے ذریعہ سے یوں بھیجے جاتے ہیں کہ گٹا پرچہ کے چھوٹے نلوں میں ان پارسلوں کو رکھا اُس پر نمدا لپیٹ دیا اور اُسکا نام قاصد رکھا اور اس قاصد کو اس نل کے سرے پر رکھا جو ڈاکخانہ سے لگا ہوا ہے اور نہایت دبی ہوئی ہوا کی پھونک اسپر ایسی لگائی کہ اُس کے زور سے وہ قاصد اپنے آگے خلا پیدا کرتا ہوا چلا - ان نلوں میں سوا میل تک کام کیا جاتا ہے - قاصد اس فاصلہ کو چار منٹ میں طے کر لیتا ہے مگر اس میں بڑی خرابی یہ واقع ہوتی تھی کہ اگر قاصد کہیں اٹک گیا تو جب تک ساری نل کو نہ کھولیں تو یہ نہیں معلوم ہوتا کہ وہ کہاں اٹکا ہے - پس اس وقت کے دور کرنے کے واسطے یہ حکمت نکالی گئی ہے کہ نل کے سرے پر نہایت لچکدار کھال بچھائی جاتی ہے اس پاس تمنچہ چھوڑا جاتا ہے جسکی آواز کھال میں گذر کر ہوا کے ساتھ نل میں جاتی ہے اور قاصد سے ٹکرا کے پھر اُلٹی آتی ہے اور کھال میں لرزش پیدا کرتی ہے پس اس لرزش اور تمنچہ کے چھوٹنے کے درمیان جو وقت گذرتا ہے اسکو سکنڈ شمار کرتے ہیں جب یہ سکنڈ معلوم ہو جاتے ہیں اور آواز کی رفتار کو ہم پہلے ہی سے جانتے ہیں تو حساب سے یہ معلوم ہو جاتا ہے کہ آواز نے کتنی مسافت طے کی اس مسافت کے نصف فاصلہ پر نل کے سرے پر فاصلہ کا مقام معلوم ہو جاتا ہے پس جب مقام معلوم ہو گیا تو پھر قاصد کی مشکل آسان کرنی سہل ہو جاتی ہے - یہاں یہ کھال کان کا کام دیتی ہے -

(ص) فقط یہی نہیں ہے کہ اجسام جامد کی سطوح سے جیسے کہ دیواریں یا پہاڑ وغیرہ ہیں آواز کا انعکاس ہوتا ہے بلکہ بادلوں سے بھی انعکاس ہوتا ہے - ارے گو نے لکھا ہو کہ جب آسمان کا مطلع صاف ہو اور ایک کھلے میدان میں توپ کو چھوڑو تو اُسکی آواز چھوٹی ہو گی لیکن جب آسمان پر بادل ہو تو اُس سے گونج پیدا ہو گی اور آواز بادل کی گرج کی طرح دور تک

دوڑتی ہوئی جائے گی +

(۱۴۵) آواز کا انکسار یا انحراف +

آواز اور روشنی میں انعکاس کے سوا انحراف یا انکسار میں بھی مشابہت ہے کیونکہ دونو میں منکسر یعنے خمیدہ ہونے کی صفت ہے۔ ایک شیشہ کا یا کسی اور شفاف چیز کا جو ہوا سے زیادہ کثیف ہو عدسیہ محدب الطرفین بناو جسمیں یہ قوت ہو کہ وہ روشنی کو مرکز پر جمع کردے یعنے اُسکو خمیدہ کر کے ایک نقطہ پر اکٹھا کر دے پس اس قسم کا عدسیہ (شکل ۴۷) میں اسطرح رکھا جائے کہ جسپر کسی جسم روشن ش سے شعاعیں پڑتی ہوں اور اس میں سے گذر کر کسی نقطہ فوکس ف پر جمع ہوتی ہوں اور غالباً ایک نقطہ پر وہ ایسی جمع ہونگی کہ اُسکو نقطہ آتشی بنا دینگی۔ اگر اسپر کسی چیز کو رکھو تو وہ اس میں آگ لگا دینگے۔ آواز کی نسبت بھی یہی تجربے ہوئے ہیں کہ ایک تھیلا عدسی یعنی مسور کی شکل کا لیا اور اُسکو کاربونک ایسڈ گاس سے جو معمولی ہوا سے زیادہ کثیف ہوتا ہے بھرا اور اسکی اس عدسیہ کے ایک جانب میں گھڑی کو رکھا تو دوسری جانب میں ایک خاص نقطہ یعنے فوکس ایسا معلوم ہوا کہ جہاں گھڑی کی آواز بہت اچھی طرح صفائی سے سُنائی دیتی ہے۔ اِس سے یہ استنباط ہوا کہ کاربونک ایسڈ گاس نے آواز کا انحراف ایسا ہی کیا جیسا کہ روشنی کا انحراف عدسیہ جاجی نے روشنی کا کیا تھا +



(۴۷)

(۲) اکتنار آواز۔ جسکی توضیح بڑی بڑی چیزوں کے اُڑنے اور پھٹنے دغنے سے کی گئی ہے۔ جب سمندر میں پانی کا بڑا ریلہ کسی پہاڑی سے ٹکراتا ہے تو وہ اس پہاڑی کا محیط بن جاتا ہے یعنی چاروں طرف سے گھیر لیتا ہے۔ اِس قسم کی واقعات نے جو بحر میں واقع ہوتے ہیں۔ سر نیوٹن صاحب کے ذہن میں یہ بات پیدا کی کہ اگر روشنی حرکت موج سے پیدا ہوتی تو سایہ کبھی نہ پیدا ہوتا کیونکہ امواج روشنی اجسام غیر شفاف کے گرد پھیل جاتیں جیسے پانی کی موج پہاڑی کے گرد پھیل جاتی ہے۔ اس حکیم کے زمانہ کے بعد یہ بات ثابت ہوئی کہ جسم غیر شفاف کے گرد

امواج روشنی خمیدہ ہوتی ہیں مگر اس سے یہاں بحث نہیں ہے آواز کی موج یقینی جب کوئی روک اُس کے سامنے آتی ہے خمیدہ ہو جاتی ہے اور اس روک کے پیچھے اپنے تئیں ہوا میں پھیلاتی ہے اور اُس سے اُسکی قوت ضعیف ہو جاتی ہے پس اس طرح سے روک یا اوٹ سے آواز کا سایہ خفیف پیدا ہوتا ہے جب ریلوے ٹرین پشتوں یا بند رستوں کے درمیان چلتی ہے اُس کے اشتداد میں بڑے بڑے تغیر ظاہر ہوتے ہیں۔ کوہ الپس میں جہاں پہاڑیاں حائل ہو جاتی ہیں وہاں آبشاروں کے غل شور کی آواز بہت ہی کم کر دیتی ہیں اور اُن سے بیلوں کے گھنٹوں کی آوازیں بھی نہیں سُنائی دیتیں۔ گو سایہ آواز خفیف ہوتا ہے مگر کبھی ایسا نہیں ہوتا کہ نشانہ باز بندوق کے کندہ پر اُس کے چھوٹنے کی آواز نہ سنے گو وہ گولی سے بالکل محفوظ ہوتا ہے۔ ایک عجیب مثال آواز کے انکسار کی یہ ہے کہ گذشتہ ۱۸۶۳ء میں ایک جگہ بارود کا میگزین اُڑا۔ اُس سے کئی میل کے فاصلہ پر ایک گانو تھا۔ اسمیں گھر کی ساری کھڑکیاں ٹکڑے ٹکڑے ہو کر اُڑ گئیں اُن میں سے جو میگزین اُڑنے کی جگہ کے سامنے تھیں یا پیچھے دونو ایک ہی طرح ٹوٹیں +

(۱۴۶) ہوا میں آواز کی رفتار +

ایسے مظاہرات ہم روز دیکھتے ہیں کہ جنسے معلوم ہوتا ہے کہ آواز اپنے مصدر سے نکل کر ہمارے کان میں کچھ دیر کر آتی ہے آناً فاناً میں فوراً نکلتی ہی نہیں آتی۔ اگر ایک لکڑہارا ہم سے کچھ فاصلہ پر درخت کاٹ رہا ہو تو اُسکی کلھاڑی درخت پر پڑتے ہوئی پہلے دکھائی دے گی۔ مگر اس کی آواز جو پیدا ہوئی ہے وہ ایک لحظہ کے بعد ہمارے کان میں آئے گی۔ یہی حال لہار کے ہتوڑے کا اہرن پر پڑنے میں اور دھوبی کے کپڑوں کا پاٹ پر شناشن کرنے کا ہے۔ توپ کی آواز بھک اُڑنے کی روشنی دکھائی دینے کے بعد سُنائی دیتی ہے بادل کی گرج بجلی کی چمک کے بعد نظر آتی ہے حالانکہ بادل سے گرج اور بجلی دونوں ساتھ نکلتے ہیں روشنی اور آواز دونو ہوا میں خاص محدود رفتاروں سے سفر کرتے ہیں مگر روشنی کی

رفتار ایسی تیز ہے کہ وہ آواز کی رفتار سے کہیں زیادہ ہے۔ روئے زمین پر جو روشنی ایک جگہ سے دوسری جگہ جاتی ہے وہ اس تیز رفتاری سے آناً فاناً میں جاتی ہے کہ اسکے واسطے کوئی وقت نہیں متعین ہو سکتا ہے۔ اسلئے وقت کو صفر خیال کر لیتے ہیں۔ ہوا کا درجہ حرارت جب معلوم ہو تو آواز کی رفتار کو محققین نے اس طرح تحقیق کیا ہے کہ دو مقامات آ اور ب کے درمیان فاصلہ کو نہایت صحت سے ناپا اور آ پر آدمیوں کے ایک گروہ نے توپ چھوڑی اور ب پر آدمیوں کے ایک گروہ نے اپنی گھڑیوں میں وہ سکنڈ شمار کئے جو رنجک اڑنے کی روشنی دکھائی دینے اور آواز سننے کے درمیان گذرے۔ پس آواز کی رفتار فی سکنڈ فاصلہ آب کو سکنڈوں کی تعداد پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوگی۔ مختلف ملکوں میں اس طرح تجربہ کرنے سے یہ دریافت ہوا ہے کہ جب ہوا میں درجہ حرارت نقطہ انجماد پر ہو تو آواز کی رفتار ۱۰۹۰ فیٹ فی سکنڈ ہوتی ہے یعنی ۳۳۰ میٹر فی سکنڈ—

پیرس میں ایک دفعہ یوں تجربہ کیا گیا کہ دو مقاموں کے درمیان نہایت صحت کے ساتھ ۵۴۰۰ فیٹ فاصلہ ناپا گیا اور ایک مقام پر ایک ایک توپ دس دس منٹ کے وقفہ سے داغی گئی اور نہایت عمدہ اور نازک گھڑیوں سے ہر ایک مقام پر وہ وقت لکھا گیا جو رنجک کی روشنی دکھائی دینے اور توپ کی آواز سنائی دینے کے درمیان گذرا اور ان وقتوں کا اوسط ۴۵۰۶ سکنڈ نکالا گیا اور اسکو جب فاصلہ پر تقسیم کیا تو خارج قسمت ۱۱۱۸ نکلا جس سے معلوم ہوا کہ آواز کی رفتار فی سکنڈ ۱۱۱۸ فٹ ہے۔ آوازیں جنکے طول امواج مختلف ہوں ایک ہی مبلغ رفتار سے چلتی ہے جب ۱۰۴۰ گز لمبی نے ایک سرے سے بجائی گئی تو دوسرے سرے پر بغیر کسی تغیر کے سنائی دی۔ لیکن یہ یقین کیا گیا ہے کہ بھاری شور کی آواز جیسے کہ توپ کی آواز یا بادل کی گرج ہے وہ بہت تیزی سے بہ نسبت ہلکی آواز کے ہوا میں پھیلتی ہے۔

(د) آواز کی رفتار۔ اسکا تعلق ہوا کی حرونت اور کثافت سے—

و آوازدار موج کے پھیلنے کی رفتار کا تعلق اس وسیط کی مرونت و کثافت سے ہوتا ہے جسمیں وہ موج گذرتی ہے - مرونت ہوا کا اندازہ اس داب سے ہوتا ہے جسکو وہ سہارتا ہے یا جسکی معادلت کو وہ قائم رکھہ سکتا ہے سمندر کے لیول پر یہ داب اس پارہ کے ستون کے داب کی برابر ہوتا ہے جو ۳۰ انچ بلند ہوتا ہے جسے مونٹ بلینک کی چوٹی پر بیرومیٹر میں پارہ کے ستون کا ارتفاع نصف سے کچھہ زیادہ ہوتا ہے - اسواسطے ہوا کی مرونت یعنی لچک پہاڑ کی چوٹی پر اُس مرونت ہوا کے نصف سے کچھہ زیادہ نہیں ہے جو سمندر کے لیول پر ہے +

اگر ہم ہوا کی مرونت کو بغیر کثافت بڑہانے کے زیادہ کر سکتے ہیں تو ہم آواز کی رفتار کو بڑہا سکتے ہیں اگر ہم ہوا کی مرونت کو قائم رہنے دیں اور اُس کی کثافت کو گھٹا دیں تو بھی ہم رفتار آواز کو بڑہا سکتے ہیں - اگر ایک بند برتن میں ہوا ہو جسمیں وہ نہ پھیل سکتی ہو تو اُسکی مرونت کو حرارت سے بڑہا سکتے ہیں - اس حالت میں اُسکی کثافت بدستور قائم رہے گی اسمیں کچھہ تغیر نہیں واقع ہوگا - تو اس سے گرم ہوا میں آواز زیادہ تیز رفتار بہ نسبت سرد ہوا کے ہوگی - اگر ہوا پھیلنے میں آزاد ہوگی تو اُسکی کثافت گرم کرنے سے کم ہوگی - مگر اس کی مرونت بدستور قائم رہے گی تو ایسی ہوا میں آواز زیادہ تیز رفتار سے بہ نسبت سرد ہوا کے چلیگی - پس یہی حالت ہمارے کرہ ہوائیہ کی ہوتی ہے جب آفتاب اُسکو گرم کرتا ہے -

ہوا میں نقطہ انجماد پر آواز کی رفتار ۱۰۹۰ فیٹ فی سکنڈ ہوتی ہے - اس سے کل درجہ حرارت کی کمی کی صورتوں میں آواز کی رفتار کم ہوگی اور کل درجہ حرارت کی بیشی کی صورتوں میں آواز کی رفتار زیادہ ہوگی - ہوا کی مختلف حرارت کے درجوں میں آواز کی رفتار بہ تفصیل ذیل دریافت ہوئی ہے +

ہوا کا درجہ حرارت	رفتارِ آواز	ہوا کا درجہ حرارت	رفتارِ آواز
۵ سنٹی گریڈ	۱۰۶۹	۲،۱۰	۱۰۹۱
۸،۵ ”	۱۱۰۹	۱۲،۰	۱۱۱۳
۲۶،۶ ”	۱۱۴۰		

جب نقطہ انجماد سے نصف درجہ حرارت بڑہتی ہے تو رفتار آواز ۱۰۸۹ فیٹ فی سکنڈ ہوتی ہے اور ۲۶،۶ درجہ حرارت پر رفتار آواز ۱۱۴۰ فیٹ فی سکنڈ ہوتی ہے تو ۵۰ فیٹ کا فرق ۲۶ درجہ میں ہوتا ہے اِس سے معلوم ہوا کہ سنٹی گریڈ کے ہر درجہ حرارت کی افزائش میں ۲ فیٹ رفتار زیادہ ہوتی ہے۔

جیسی ہوا میں مرونت ہے ایسی ہی ہائیڈروجن گاس میں ہے۔ مگر اُس کی کثافت بہ نسبت ہوا کی کثافت کے کم ہے جسکا نتیجہ یہ ہے کہ ہائیڈروجن میں آواز کی رفتار کہیں زیادہ اس رفتار سے ہوتی ہے جو اِسکی ہوا میں ہوتی ہے اور اُس کے بالعکس کیفیت کاربونک ایسڈ گاس کی ہے جو ہوا سے بھاری ہے جب کہ ہوائیہ کا درجہ حرارت مستقل رہتا ہے تو بوائل صاحب کے قانون کے موافق ثابت ہوتا ہے کہ ہوا میں مرونت و کثافت ایک ہی نسبت سے بدلتی ہیں وہ ایک دوسرے کے اثر کو زائل کرتی ہیں اِس سے معلوم ہوا کہ اگر درجہ حرارت ہوا میں ایک ہی ہو تو آواز کی رفتار کوہ الپس کی بلندی پر وہی ہوگی جو دریائے ٹیمس کے دہانہ پر لیکن اس سبب سے کہ بلندی کی ہوا بہ نسبت نیچے کے سرد ہوتی ہے۔ اسلئے پہاڑوں کی چوٹی پر اصلی رفتار چھوٹی بہ نسبت سمندر کی لبوں کے ہوگی۔ اِس نتیجہ کا صحیح صحیح بیان یہ ہے کہ رفتار کو بالاستقامت نسبت ہوا کی مرونت کی جذر سے ہے اور بالعکس ہوا کی کثافت کے جذر سے ہے جب ہوا میں درجہ حرارت مستقل ہوتا ہے تو مرونت اور کثافت ایک ہی سبب سے بدلتے ہیں اور بالضد عمل کرتے ہیں اسلئے آواز کی رفتار پر کچھ اثر کثافت کی

تبدیلی کا نہیں ہوتا جب تک اسکے ساتھ درجہ حرارت کا تغیر شامل نہ ہو۔ یہ ایک بڑی غلطی عام ہو رہی ہے کہ لوگ یہ سمجھتے ہیں کہ کثافت کی زیادتی آواز کی رفتار زیادہ ہوتی۔ یہ غلطی اس واقعہ کی غلط فہمی سے پیدا ہوئی ہے کہ اجسام جامد اور سیالہ میں بہ نسبت اجسام گاسیہ کے آواز کی رفتار زیادہ ہوتی ہے لیکن اس کا سبب یہ ہے کہ ان اجسام میں اعلیٰ درجہ کی مرونت ان کی کثافت کے ساتھ متعلق ہوتی ہے جس کے سبب سے آواز کی رفتار اُنکے اندر چلنے میں زیادہ ہوتی ہے۔ اگر اور سب چیزیں بدستور رہیں تو کثافت کی زیادتی ہمیشہ رفتار کی کمی پیدا کرے گی اگر پانی کی مرونت جس کا اندازہ اسکے بھینچنے سے ہوتا ہے برابر ہوا کی مرونت کے ہو تو آواز کی رفتار پانی میں بجائے اسکے کہ وہ ہوا میں آواز کی رفتار سے چوچند زیادہ ہو ایک چھوٹی کسر اسکی رفتار کی ہوگی تم کو دونوں مرونت اور کثافت کا خیال رکھنا چاہیے۔ آواز کی رفتار الگ الگ مرونت اور کثافت سے نہیں متعین و مشخص ہوتی بلکہ ان دونوں کی باہمی نسبت سے۔ نہایت کم کثافت اور زیادہ مرونت کی مثال تعجب خیز ایتھر کی ہے جس میں روشنی کا ارتعاش فٹوں میں نہیں بلکہ میلوں میں ایک لاکھ چھیاسی میل فی سکنڈ ہوتا ہے جس طرح سے ہوا میں آواز کی رفتار دریافت ہوئی ہے ہم مفصل نہیں لکھ سکتے۔ مگر خلاصہ یہ ہے کہ محققین ہوا کی کثافت و مرونت و درجہ حرارت غرض سب باتوں پر لحاظ کرکے ہوا میں آواز کی رفتار اسی طرح دریافت کرتے ہیں جو ہم نے پہلے بیان کی +

جب آواز کی رفتار ہم کو معلوم ہو جاوے تو ہم اسے فاصلوں کو تحقیق کر سکتے ہیں بجلی کو دیکھ کر اور گرج کو سن کر بادل کا فاصلہ دریافت کر سکتے ہیں کہ وہ کس مقام پر گرجا ہے جب بجلی اور گرج کے درمیان نہایت کم وقفہ ہوتا ہے تو بجلی نہایت خطرناک ہوتی ہے ہم چند سوال دل بہلانے کے لئے لکھتے ہیں +

امتحان

اول۔ ایک توپ کی آواز اسکی رنجک اُڑنے کی روشنی کو ۱۵ سکنڈ بعد سنائی دی تو

بتاؤ کتنی دور توپ چھوٹی۔ چونکہ ۱۰۹۰ فیٹ فی سکنڈ رفتار ہے اسلئی ۱۰۹۰×۱۵=۱۶۳۵۰ فیٹ = فاصلہ مطلوب

دوم جب ہوا میں درجہ حرارت ۲۵ ہو تو آواز کی رفتار کیا ہوگی جواب چونکہ ہر درجہ حرارت کی افزائش سے آواز کی رفتار ۲ فیٹ زیادہ ہوتی ہے۔ اسلئے ۲۵×۲=۵۰ اور ۱۰۹۰+۵۰=۱۱۴۰ فیٹ = جواب سوم ہوا میں ۱۱۲۰ فیٹ ہر سکنڈ میں آواز کی رفتار ہو تو ہوا کا درجہ حرارت بتاؤ ۱۱۲۰−۱۰۹۰=۳۰ فیٹ اور ۳۰÷۲=۱۵ درجہ حرارت

چہارم بجلی کی چمک کے ½ سکنڈ بعد بادل کی گرج سنائی دی تو بتاؤ اس بجلی اور بادل کا فاصلہ ہم سے کیا ہے ہوا کا درجہ حرارت ۳۰ ہے جواب ۳۰×۲=۶۰ اسلئے آواز کی رفتار ۱۰۹۰+۶۰=۱۱۵۰ فیٹ ہر سکنڈ میں ہے اسلئی فاصلہ مطلوب = ۱۱۵۰×½۳=۴۰۲۵ فیٹ آواز کی رفتار سے کنوؤں کا عمق بھی دریافت کر سکتے ہیں کہ پتھر پھینکنے اور پانی پر پتھر کے لگنے کے درمیان دیکھیں کیا وقفہ گذرا۔ اس حساب میں یہ آنکر پڑتا ہے کہ اجسام ساقطہ کے قوانین کے موافق رفتار دریافت کرنی ہوتی ہے۔

(۱۴۷) آواز کی رفتار اور گاسوں میں۔

آواز کی رفتار اُن گاسوں کی طبیعت پر موقوف ہوتی ہے جو اُسکی وسیط بنتی ہیں یعنی جنمیں وہ گذرتی ہے فرض کرو کہ ایک گاس ہے جو معمولی کرہ ہوائیہ کی ذاتی ثقل سے آدھی کثیف ہے اور دو متشابہ متماثل تموج اُن دو وسیطوں میں رواں ہوں اور دباؤ کے فرق جنسے ارتعاشات (لرزشیں) پیدا ہوتی ہیں دونوں میں یکساں ہوں تو حرکت جسکو حرکت دینی پڑتی ہے وہ ہلکی گاس میں آدھی ہی ہے تو اس گاس کے اجزاء دقیق کا ارتعاش تھوڑی دیر ہوگا اور تموج کے پھیلنے کی رفتار اسی سبب سے زیادہ ہوگی ڈیولونگ صاحب نے جس میں تحقیق کیا ہے کہ مختلف گاسوں میں آواز کی رفتاریں یہ ہوتی ہیں کاربونک ایسڈ میں ۸۴۲ فیٹ یعنی ۲۶۱،۴ میٹر فی سکنڈ اور آکسیجن میں ۱۰۴۴ فیٹ یعنی ۳۱۷،۱۷ میٹر ہوا میں ۱۰۹۳ فیٹ یعنی ۳۳۳،۰ میٹر اور کاربونک آکسائڈ میں ۱۱۰۷ فیٹ یعنی ۳۳۷،۴ میٹر [illegible] ہائیڈروجن میں ۴۱۶۴ فیٹ [illegible] ۱۲۶۹،۵ میٹر

(۱۴۸) کثافت کے ساتھ آواز کی رفتار نہیں بدلتی۔

ہمنے اوپر بیان کیا ہے کہ جسم لرزاں سے جو آواز کی مقدار کہ ہوا لیجاتی ہے وہ ہوا کی کثافت پر موقوف ہوتی ہے مگر باوجود اسکے لطیف ہوا و کثیف ہوا دونوں میں آواز کی رفتار ایک ہی ہوگی اسمیں تغیر نہیں واقع ہوگا بشرطیکہ گاس کی کیمیاوی طبیعت نہ بدلے تو اسکی کثافت کے ساتھ آواز کی رفتار نہیں بدلیگی۔ اس کی وجہ یہ ہے

کہ ایک ہی گاس میں اگرچہ دباب کے فرق جنکے سبب سے ارتعاش یا لرزش پیدا ہوتی ہے متناسب انکی
کثافت کے ہوتے ہیں لیکن جسمیت جو متحرک ہوتی ہے وہ بھی اسی سبب سے زیادہ ہوتی ہے پس بہاؤ دباب کا
فرق دو چند ہو ہی جاتا دو چند جرمیت کو حرکت دیتا ہے اسلئے دو چیزیں یہیں ایک دوسرے کی ضد میں عمل کر
اپنے اثر کو باطل کر دیتی ہیں اور رفتار ایک ہی رہتی ہے

(۱۴۹) **درجہ حرارت کے ساتھ آواز کی رفتار بدلتی ہے۔** گاس جو معرض بحث
میں ہو اُسمیں اگر درجہ حرارت زیادہ ہو جائے اور دباب کا فرق ایک ہی رہے تو زور محرک ایک ہی رہیگا مگر اُس کو
بہت چھوٹی جرمیت کو حرکت دینی پڑیگی۔ اسلئے پھیلنے کی رفتار زیادہ ہوگی پس اسلئے سرد ہوا کی نسبت
گرم ہوا میں آواز کی رفتار زیادہ تیز ہوتی ہے اور یہی سبب ہے کہ جو جدول آواز کی رفتاروں کی گاسوں میں
لکھی جاتی ہے اسکے ساتھ حرارت کے درجے بھی لکھے جاتے ہیں جب سینٹی گریڈ تھرمومیٹر میں نقطہ انجماد سے ایک درجہ
حرارت بڑھتا جاتا ہے تو رفتار تقریباً ۲ فیٹ ہر سکنڈ میں بڑھتی جاتی ہے +

(۱۵۰) **مایعات اور اجسام جامد میں آواز کی رفتار** جنیوا کی جھیل پر
تجربوں سے تحقیق ہوا ہے کہ پانی پر آواز کی رفتار ہوا سے چہار چند ہوتی ہے اور اجسام جامد میں اس سے بھی زیادہ
انمیں آواز کی رفتار اسی ہوا سے گنی تک ہوتی ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ مایعات میں آواز پھیلتی ہے جب پانی کے
اندر دو جسم باہم ٹکراتے ہیں تو اُنکی ٹکرانے کی آواز سنائی دیتی ہے غوطہ خور جب پانی کے اندر اُسکی تہ پر
پہنچتے ہیں تو وہ کنارہ کی ساری باتیں سنتے ہیں اجسام جامد میں آواز کی لیجانیکی ایسی قابلیت ہے کہ اگر
کوئی لوہے کی سلاخ لمبی ہو اور اُسکے ایک سرے کو کھٹکھٹائیں اور دوسرے سرے پر کان لگائیں تو کھٹکھٹانے کی
آواز سنائی دیگی۔ اگر فرض کی لمبی چوب لیں اور اُسکے ایک سرے پر آہستہ سے بولیں اور دوسرے سرے پر کوئی
شخص سُنے تو اُسکو وہ آواز سنائی دیگی لیکن دوسرے شخص کو وہ آواز نہیں سنائی دیگی گو وہ بولنے والے کی آواز
نزدیک ہی کیوں نہ کھڑا ہو۔ زمین میں خود آواز لیجانیکی ایسی قابلیت ہے کہ توپوں کی آواز کو اتنی دور
لیجا کے سنوا دیتی ہے جتنی دور سے بادل کی گرج کی آواز آتی ہے۔ زمین پر کان لگا کے سپاہی اپنے دشمن کے
آنے کی اور شکاری اپنے شکار کی آنے کی آوازیں سنتے ہیں گھوڑوں کے ٹاپوں کی آواز بہت دور سے سنائی دیا کرتی ہے

فرانس میں ایک شخص نے یہ تماشا بنایا تھا کہ ایک مکان کے تہ خانہ میں چار طرح کے باجے رکھے اور اُنکے ساتھ چار چوبی نلکیوں
کو متصل کر کے دیواروں کے اندر اُنکو پوشیدہ لیجا کر اپنے مکان کی دوسری منزل کی چھت سے لگا دیا اور اشتہار
دیدیا کہ جس شخص کا جی چاہے میرے کمال کا تماشہ آکر دیکھ لے کہ میں مکان کی چھت سے جس باجے کو کہو اُسکی آواز سنوا دوں
جب اس عجیب تماشے کو سنکر لوگ جمع ہو جاتے تو وہ تہ خانہ میں جاکر باجوں کو کوک دیتا۔ انکی آوازیں اُن نلوں
پر چلکر چھت سے نکلتیں مگر لوگوں کو یہ شعبدہ نہیں معلوم ہوا اور اسی سبب سے تماشا گر نے خوب روپیہ
کمایا۔ کانوں میں دور دور کی آوازیں نلیوں کے ذریعہ سے سنائی دیتی ہیں +

(۱۵۱) وہ حالتیں جو آواز کی اشتداد یعنی پُرزور و شور و بلند ہونے پر اثر کرتی ہیں۔ جب کسی جسم میں کوئی
ایسا اضطراب پیدا کرتا ہے کہ اُسمیں آواز پیدا ہوتی ہے تو اس جسم کی چاروں طرف اضطراب پھیلتا ہے
اب فرض کرو کہ اضطراب کا ماخذ یا مصدر ایک ہی ایسی سطح میں واقع ہے اور ایک لحظہ معلوم میں اپنے ماخذ کے گرد
سب جہتوں میں سو سو فیٹ گرد اگرد آواز پھیلتی ہے تو یہ اضطراب اُس کرہ کی سطح میں پھیلیگا جسکا نصف
قطر سو فیٹ ہوگا مگر کرہ مضطرب کا نصف قطر بڑھتا جائیگا۔ تھوڑے عرصہ میں نصف قطر ۲۰۰ فیٹ
ہو جائیگا تو اس دوسری صورت میں بنسبت پہلی صورت کے سطح مضطرب چوگنی ہوگی اسلئے کہ کروں کی
سطحوں میں نسبت ایسی بدلتی ہے جیسے کہ انکے نصف قطروں کے مربعوں میں۔ آواز کا اشتداد مطابق ہمارے حال
سطح کے چار دفعہ کم ہو جائیگا پس جب ماخذ آواز کے مرکز سے فاصلہ دو چند ہو گیا تو اسکے سبب سے اشتداد آواز
چوتھائی رہ گیا۔ اسکے یہی معنی ہیں کہ اشتداد آواز بالعکس فاصلے کے مربع کے بدلتا ہے یعنی اشتداد اور فاصلہ
کے مربع میں تبادل معکوس ہوتا ہے۔ یہاں ہم نے اس بات کو مان لیا ہے کہ آواز کی کل توانائی جو اس کرہ
کی سطح میں پھیلی تھی جسکا قطر ۱۰۰ فیٹ تھا وہ بے کم و کاست اُس کرہ کی سطح میں پھیلیگی جسکا نصف قطر
۲۰۰ فیٹ تھا لیکن اگر یہ توانائی آواز باہر جانے میں کہیں جذب ہو جائے تو پھر قانون مذکور میں خلل پڑ جائیگا
اور وہ صحیح نہیں ہوگا بلکہ اشتداد آواز میں بنسبت معکوس مربع فاصلہ سے جلد جلد کمی واقع ہوگی غالباً اُسکا ایک
حصہ حرارت کی صورت میں تحویل ہو جائیگا۔ اس صورت میں فاصلہ کی درازی سے یہ اشتداد بہت کم ہو جائیگا۔
یہ قانون تجربہ سے کبھی یوں ثابت ہوتا ہے کہ بعض آوازیں متساوی اشتداد کی ڈھونڈ کر مثلاً چار گھڑیاں لیں

ایک جنس کی تو جنہیں گھڑیاں ہم وزن برابر ارتفاع سے پڑتی ہوں ایسی ہی چار گھڑیالوں کو دو گز کے فاصلہ پر اور ایک گھڑیال کو ایک گز کے فاصلہ پر رکھو تو اکیلی گھڑیال سے جس اشتداد کی آواز محسوس ہوگی ایسی اشتداد کی آواز ان چار گھڑیالوں سے ہے۔ بس اس سے ثابت ہوا کہ جب فاصلہ دو چند ہو جاتا ہے تو آواز کا اشتداد چوتھائی رہ جاتا ہے۔

(۱۵۲) آواز کا اشتداد ہوا کی کثافت پر موقوف ہوتا ہے

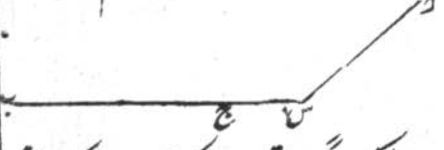
ایر پمپ کے ریسیور میں جو تجربہ ہوا تھا اسمیں ہوا جتنی لطیف ہوتی جاتی تھی اتنی ہی اسمیں قابلیت گھنٹی کی آواز کی منتقل کرنے کی کم ہوتی جاتی تھی اور جتنی ہوا اسمیں کثیف کیجاتی تھی اتنی ہی آواز پرزور ہوتی جاتی تھی اسکا تجربہ ایک اور طور سے بھی کیا گیا ہے کہ مونٹ بلینک کی چوٹی پر جہاں ہوا نہایت لطیف ہوتی ہے وہاں پستول کی آواز اتنی بھی نہیں معلوم ہوتی جیسی اسکے نیچے ترائی میں کہ انگی تٹاخ کی آواز معلوم ہوتی ہے اسی طرح ہائیڈروجن گاس میں جو ہوا کی نسبت بہت کم کثافت رکھتی ہے آواز خفیف ہو جاتی ہے خلاصہ یہ ہے کہ اگر وسیط کے اجزا دقیق چھوٹے چھوٹے اور دور دور ہوں تو وہ جسم مرتعش یا لرزندہ کی توانائی کو اس وسعت تک نہیں لیجاتے کہ جیسے وہ اس حالت میں لیجاتے کہ اجزا وسیط کے بڑے اور پاس پاس ہوتے ہیں مثل اور چیز کتوں کے آواز کی حرکت بھی ہلکے جسم سے بھاری جسم میں منتقل ہونے سے ضعیف ہو جاتی ہے گھنٹی کے اوپر ریسیور ڈھکا ہوا ہو اسکو اٹھالو تو اسکی ٹن ٹن کی آواز بڑے زور شور سے سنائی دیگی جب گھنٹہ ڈھکا ہوا تھا تو پہلے آواز ہماری گلاس جار میں پہنچتی تھی اور پھر جار سے نکل کر ہوا میں آتی تھی جسکا نتیجہ یہ تھا کہ آواز کا اشتداد کم ہو جاتا تھا +

(۱۵۳) جب ہوا بند اور متجانس الاجزا ہوتی ہے تو آواز اچھی طرح سنائی دیتی ہے

چونکہ روئے زمین پر کہیں درختوں کا سایہ پڑتا ہے کہیں پانی سے بخارات اٹھتے ہیں اور سوا اسکے اور اسباب ایسے ہوتے ہیں کہ سطح زمین پر سب جگہ یکساں آفتاب برابر گرم نہیں کر سکتا۔ اسواسطے کرہ ہوا میں ہوا کی رویں مختلف کثافت کی رواں رہتی ہیں اور نیچے اوپر چڑھتی اترتی رہتی ہیں جب آواز ایک کثافت کے وسیط سے دوسری کم کثافت کے وسیط میں جاتی ہے تو وہ ضعیف ہو جاتی ہے رات کو جبکہ آفتاب نہیں ہوتا یا قطب شمالی کے اضلاع میں ہوا کی حالتیں ایسی ہوتی ہیں کہ ہوا کے طبق مختلف کثافتوں کے

نہیں ہوتے۔ پس ان طبقات کی سطوح سے جو انعکاس ہوتا ہے اس سے آواز پھیلتی ہے اور چونکہ ہوا یہاں متحد الاجزا ہوتی ہے تو اسمیں آواز بغیر کسی خلل و تبدل کے پھیلتی ہے۔ اسلئے رات کو آواز بہ نسبت دن کے زیادہ دور تک اور صاف سنائی دیتی ہے۔ جنوبی امریکہ میں ایسے جنگل ہیں کہ جنمیں دن کو جانوروں کی آواز بالکل نہیں سنائی دیتی وہ بالکل خاموش معلوم ہوتے ہیں اور رات کو اُن کی آوازوں سے ساری ہوا بھری ہوتی ہے اور ایک غل شور مچا ہوا معلوم ہوتا ہے۔ غرض رات کو اور تمام حواس آرام کرتے ہیں یا سامعہ اپنا کام بہت تیزی سے کرتا ہے +

(ا) جہاں آواز پیدا ہوتی ہے وہاں کی ہوا کی کثافت پر آواز کا اشتداد موقوف ہوتا ہے لیکن وہاں کی ہوا کی کثافت پر موقوف نہیں ہوتا جہاں آواز سنائی دیتی ہے اگر دو آدمی مقامات ا اور ب پر سُننے کے لئے کھڑے ہوں اور انمیں سے ایک پہاڑ کی چوٹی پر کھڑا ہو اور دوسرا نیچے زمین پر اور ان دونوں سے برابر فاصلہ پر بمقام ح توپ



چھوڑی جائے تو توپ کی آواز دونو کو یکساں سُنائی دے گی

گو ا پر ہوا بہ نسبت ب کے زیادہ لطیف ہے لیکن اگر دو توپیں جنکی آوازیں ایک مقام میں برابر ہوتی ہوں مقامات ا اور ب میں رکھی جائیں اور کوئی اُنسے برابر فاصلہ پر مقام ح میں کھڑا ہو تو اسکو ب کی توپ کی آواز بڑی بلند بہ نسبت ا پر کی آواز کے سُنائی دے گی۔ بیلون میں جب آدمی بڑی بلندی پر چڑھ جاتے ہیں تو زمین کی باتیں وہ سنتے ہیں سٹیم انجن کی سیٹی کی آواز ۲۰۰۰ فیٹ بلندی پر سنائی دیتی ہے ایسے مقامات ہے جہاں کی ہوا کی لطافت کا خیال کرنا ہی مشکل ہے وہاں کی آوازیں نیچے سُنائی دیتی ہیں۔ شہاب ثاقب چھوٹنے کی آواز ۴۰ میل سے پچاس میل کی بلندی تک زمین پر سُنائی دیتی ہے +

(ب) تلکیوں یا نلیوں میں امواج آواز کا مقید ہونا +

آواز کا ضعیف ہونا بموجب قانون معکوس مربعوں کے وہاں نہیں واقع ہوگا جہاں امواج آواز ایسی مقید ہیں کہ وہ سب طرف نہیں پھیل سکتیں ۔ اگر ایک نلی ہو جسکی سطح اندرونی ہموار ہو اور اس میں موج آواز مقید ہو تو بڑے فاصلہ پر بغیر اسکے منتقل ہو سکتی ہے کہ اسکے اشتداد میں کوئی فرق آئے ۔ ایک ٹین کی نلی ۵۰ فیٹ لمبی ہو تو اس میں اس طرح چپکے چپکے میں باتیں کر سکتا ہوں کہ کوئی شخص جو میرے پاس ہو وہ نہ سنے اور وہ شخص سُن سکے جو اُسکے دوسرے سرے پر کھڑا ہو ۔ اگر اس نلی کے ایک سرے پر گھڑی رکھی جائے تو اُسکے دوسرے سرے پر اُسکی کھٹ کھٹ کی آواز سنائی دے گی اور کوئی دوسرا آدمی اُس کو نہیں سُنے گا +

(۱۵۴) آواز دار بکس (خانے) تاروں کے باجوں میں اسلیئے لگاتے ہیں کہ جس سے اُنکی آواز میں اشتداد پیدا ہوتا ہے ۔ تم نے دیکھا ہوگا کہ ستار دسارنگی وغیرہ میں تار جن چیزوں میں لگے ہوئے ہوتے ہیں وہ اندر سے خالی ہوتی ہیں اُنمیں یہ ترکیب رکھی جاتی ہے کہ تاروں سے جو آوازیں نکلیں وہ ہوا میں یونہیں نہ چلی جائیں بلکہ یہ خالی خانے اُسکو پکڑ لیں اور اپنی آواز اُنکی آواز کے ساتھ ملا کر بڑی آواز پیدا کریں +

سبق ۱۹ ۔ اجسام آواز دار کی لرزشیں یا ارتعاش

(۱۵۵) تاروں کی لرزشیں (ارتعاش) اور آواز کی بورڈوں کا استعمال

ہم تاروں کی لرزشوں کا ذکر کرتے ہیں اور یہ بتلاتے ہیں کہ اس صورت کے اجسام کس طرح سے موسیقی آوازوں کے مخزن بن سکتے ہیں اور اُنکی لرزشوں کے قوانین کیا کیا ہیں ۔ مثال کے لیئے فرض کرو کہ ایک تار موسیقی جسکی صورت نیچے شکل میں بنی ہوئی ہے کھینچے سے یا کمانچہ سے بجایا گیا ہے جب وہ ہنی سکن (س ب) سی مقام (ا د ب) پر ہا کھینچا جاتا ہے تو اُسکے تمام نقطے کم و بیش اپنے مقام معادلت سے باہر ہو جاتے ہیں اور جب تار کو چھوڑ دیتے

تو وہ اپنے مسکن سابق ا س ب پر اپنی لچک کے سبب معاودت کرنی چاہتا ہے -



مگر اسمیں ایک رفتار پیدا ہو گئی ہے اس سبب سے وہ مسکن سے پرے گذر کر ا ی ب پر پہنچنا چاہتا ہے جسکے سبب سے اسکے تمام نقطے اپنے مسکن سے ایسے ہی دور ہو جاتے ہیں جیسے کہ مقام ا د ب میں ہوئے تھے لیکن اس سبب سے کہ لچک اپنا عمل جاری رکھتی ہے - تار اپنے اصلی مقام معاودت ہی نہیں کرتا بلکہ پھر اس سے آگے جاتا ہے اور آگے علیٰ ہذا القیاس - مگر اسکی راہ کی وسعت کم ہوتی جاتی ہے جو نقطہ دار خطوط سے شکل میں معلوم ہوتی ہے - اس سے معلوم ہوا کہ تار کا ہر نقطہ آگے پیچھے پنڈولم کی سی حرکت کرتا ہے - مقام ا د ب سے مقام ا ی ب تک آنے کو اور پھر مقام ا د ب تک جانے کو کامل تموج یا ترقص کہتے ہیں اور ا د ب سے ا ی ب تک جانے کو یا ا ی ب سے ا د ب تک آنے کو نصف ترقص کہتے ہیں - غرض اس سلسلہ ترقص سے آواز پیدا ہوتی ہے - یہ تار موسیقی سازوں میں دھات کے ہوتے ہیں - تاروں میں جو ترقص یا لرزش ہوتی ہے وہ عمودی ہوتی ہے یا طولانی - اور یہ لرزشیں اُنپر کمانچے کے پھیرنے سے ہوتی ہیں یا مضراب یا انگلی کے لگانے سے -

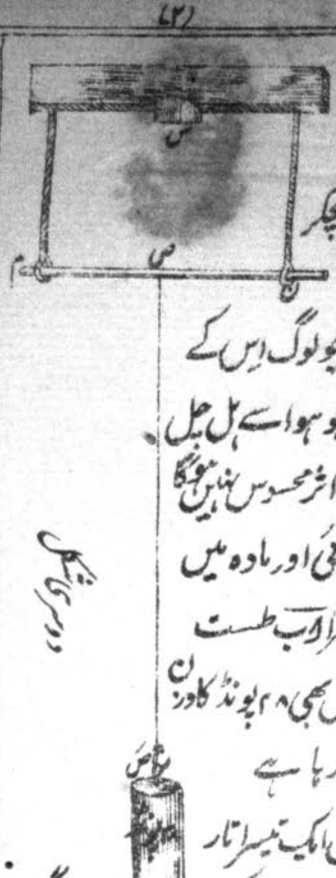


ایک موسیقی تار کی لرزش عمودی کو یعنی ایسی لرزش کو جو اُسکے طول پر زاویے قایمے بناے موسیقی بنانے کے لیے یہ سامان کرنا چاہیے کہ دو سخت مقامات کے درمیان تار کو

تاننا چاہئے شکل کو آنکھوں کے سامنے رکھو۔ وہ ایک ساز ہے جسمیں تار ایسے تانے
جاتے ہیں کہ ان کی لرزشیں سنائی دیتی ہیں۔ کھونٹی ع سے تار کا ایک سرا خوب
مضبوط بندھا ہوا ہے اور دو جسر (گھوڑچ) ب اور ب لگے ہوئے ہیں جنپر ایک تار
گذرتا ہے اور پھر وہ پیہ حصہ پر گذرتا ہے اور یہ پیہ آزادانہ گردش کرتا ہے اور
اس تار کے ایک سرے پر ۲۸ پونڈ کا وزن لٹکا ہے جو تار کو کھچا اور تنا رکھتا
ہے اور جسر ب اور ب جو تار کے اصل سرے ہیں وہ ایک لکڑی کے بکس م ن پر
بندھے ہوئے ہیں اس شکل آلہ یا ساز کو مونو کورڈ یا سونومیٹر یعنے یک تارا کہتی ہیں
اب اس تنے ہوئے تار ب ب کو بیچوں بیچ میں سے پکڑ کر کچھ کھینچ کر چھوڑ دو۔ تو وہ
کود کر پھر اپنی جگہ پر عود کرے گا اور اسے آگے بڑھے گا اور پھر پیچھے ہٹے گا۔
غرض یونہیں اپنے مسکن سے آگے پیچھے آئے جائے گا اور اس سے آواز نکلتی
ہوئی تم کو معلوم ہوگی لیکن آواز کی موجیں جو ہمارے کان پر قرع کرتی ہیں وہ
خاص تار سے نہیں نکلتیں بوجہ آواز جو ایسی پتلی تار سے نکلے وہ ایسی چھوٹی ہوتی ہے
کہ کسی فاصلہ پر محسوس نہیں ہوتی مگر تار دو نو جسر ب ب پر کھچا تنا ہوا ہے جب وہ
لرزش کرتا ہے تو اسکی لرزشیں ان جسیروں کے ذریعہ سے صندوق م ن کے
کل جرم میں اور اس ہوا میں جو اسکے اندر ہے پہونچتی ہیں۔ پس حقیقت میں یہ سب
اجسام آواز دینے والے ہوتے ہیں۔

تار کی صرف لرزشیں آواز پیدا کرنے کے لئے کافی نہیں ہوتیں اسکا تجربہ اس طرح
ہوتا ہے کہ نیچے شکل ہیں اب ایک لکڑی کا ٹکڑا ہے جو تکین س پر لگا ہوا ہے اور
لکڑی کے ہر سرے پر رسے پڑے ہوئے ہیں اور انکے سروں میں پھندے لگے ہوئے
ہیں جن میں اور ان پھندوں کے اندر ایک سلاخ م ن گذرتی ہے اور اس لوہے
کی سلاخ کے عین وسط میں ایک فولادی تار ص ص لٹکا ہوا ہے جس میں ۲ پونڈ

(۲)



وزن لٹک رہا ہے اس ترکیب سے ان تمام سطوح سے
تار علٰحدہ کر دیا گیا ہے جنہیں ۔ اپنی لرزشیں
پہنچا سکتا تھا اب اگر تار ص صَ کو بیچ میں سے کھینچکر
چھوڑ دیں تو وہ زور سے لرزشیں کرے گا ۔ مگر
اس میں سے آواز اتنی بھی نہیں نکلے گی کہ جو لوگ اس کے
قریب کھڑے ہوں وہ سن سکیں ۔ اس میں جو ہوا سے ہل چل
پیدا ہوگی وہ ایسی خفیف ہوگی کہ رگ سماعت پر اسکا اثر محسوس نہیں ہوگا
ایک دوسرا تار طط آگے شکل میں طول موٹائی اور مادہ میں
مساوی ص صَ کے ہے اور اس کا ایک سرا اب طست
چوبی میں لگا ہوا ہے ۔ اس تار کے سرے میں بھی ۲۸ پونڈ کا وزن
لٹک رہا ہے

دوسری شکل

(۳)



تیسری شکل

اول شکل میں ایک تیسرا تار
سونومیٹر (ایک تارے) کے جسبر (ں ب ج) پر گذرتا
ہوا ہے جو ہر طرح سے باقی دو تاروں کی مانند
ہے اور انہیں کے مانند ۲۸ پونڈ وزن اس میں
لٹکتا ہے جب تار شکل سوم میں لرزشوں کا سبب
ہوتا ہے تو اس کی آواز صفائی سے سنائی دیتی
ہے گو ایک ہی سرا اسکا طست چوبی سے لگا ہوا
ہے اسکی لرزشیں کافی ہوتی ہیں کیونکہ وہ طست چوبی
کو ایک پر آواز جسم بنا دیں اور شکل اول میں جب
سونومیٹر کا تار م ن کھینچا جاتا ہے تو آواز

پُرزور بڑے زور کی نکلتی ہے۔ اسواسطے کہ یہ آلہ یا ساز اسی لئے وضع کیا گیا ہے کہ وہ تار کی لرزشوں کو اپنے اندر لے۔ پس ان تینوں تجربوں سے معلوم ہو گیا کہ تاردار سازوں میں بڑی بات آوازدار بنانے میں یہ ہے کہ انکے ساتھ آوازدار بورڈ لگا ہو۔ ستاروں۔ سارنگیوں۔ بینوں۔ یکتارے۔ دوتارے ان سب میں بڑی بات یہ ہے کہ ایسی چیزوں پر تاروں کو لگائیں کہ وہ اندر سے خالی ہوں اور ان میں قابلیت ہو کہ وہ تاروں کی لرزشوں کو اپنے اندر اور اپنی اندر کی ہوا کے اندر لے لیں +

(۱۵۶) لرزاں تاروں کے قوانین +

ہم نے اوپر بیان کیا ہے کہ اس طور سے تاروں کی لرزشیں علم موسیقی میں کام میں آسکتی ہیں اب ہم یہ تحقیق کرتے ہیں کہ ان لرزشوں (ارتعاشوں) کے قوانین کیا ہیں دفعہ ۱۵۵ کی شکل میں تار ب ب کو بیچوں بیچ میں سے کھینچ کر چھوڑتا ہوں جو آواز سنائی دیگی وہ تار کے اصول زیر کی آواز ہے جسکے پیدا کرنے کے لئے یہ کل تار آگے پیچھے جھولے لیتا ہے۔ اگر ایک ایسی گھڑچ کو کہ جسکو پھسلا کر جہاں چاہیں لگا دیں تار کے بیچوں بیچ میں لگا دیں اور پھر اس گھڑچ پر تار کو دبائیں تو وہ دو برابر حصوں میں تقسیم ہوگا۔ ان حصوں میں سے کسی ایک حصہ کے وسط کو کھینچ کر چھوڑ دیں تو ایک سُر موسیقی پیدا ہوگا اس کو یہ سمجھو کہ وہ اصولی زیر کی اوکٹو یعنی ثمن ہے یہ سب صورتوں اور تمام سازوں میں کسی سُر کا ثمن لرزشوں کی تعداد کے دوچند کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ یہ عملی اور نظری طور پر ثابت ہو سکتا ہے کہ نصف تار بہ نسبت کل تار کے دوچند تیزی سے لرزش کرتا ہے اسی طور سے یہ ثابت ہو سکتا ہے کہ تار کی تہائی بہ نسبت کل تار کے سہ چند تیزی سے لرزش کرتی ہے اور تار کی چوتھائی بہ نسبت کل کے چوچند تیزی سے لرزش کرتی ہے۔ اگر ایک سکنڈ میں ایک تار ۱۲ لرزشیں کرے اور اُس کا طول آدھا کر دیا جائے تو وہ ایک سکنڈ میں ۲۴ لرزشیں کریگا اور اُس کا طول تہائی کر دیا جائے تو ۳۶ لرزشیں کرے گا۔ پس عموماً تار کی

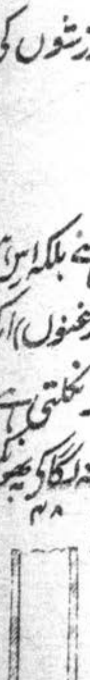
لرزشیں نسبت معکوس تار کے طول سے رکھتی ہیں یہ اول قانون ہے +
تار کو جتنا چستی سے کس کر تانو گے اتنی ہی اُسمیں تیز لرزشیں ہونگیں اگر تار ڈھیلا ہوگا
تو یہ نسبت کسے ہوئے تار کے وہ اِس لرزش اصولی زیر کی نسبت کم آواز دیگا تمنے ستار
دیکھا ہوگا کہ کھونٹیاں لگی ہوئی ہوتی ہیں جنکے اندر تار لگے ہوئے ہوتے ہیں - اور اِن
کھونٹیوں کو مروڑ کر تار کو کس دیں یا کھینچ دیتے ہیں تو سُر اونچے ہوجاتے ہیں سمار یک تار کے
(سونومیٹر) میں بائیں ہاتھ سے وزن و کو جو تار ب ج میں لٹک رہا ہے اُٹھاتا ہوں اور
داہنے ہاتھ کی اُنگلی سے تار پر ضرب لگاتا ہوں اور باری باری سے وزن پر دباؤ ڈال
اُٹھاتا ہوں تو تناؤ کی لرزشیں مختلف سُر نکالینگی - وقت کے پیمانہ واحد میں جو لرزشیں
پیدا ہونگی اُن کی تعداد محدود تعلق ناپنے والے زور سے رکھیگی - تار ب ج کے سرے
سے مختلف وزن لٹکائیں اور ہر سکنڈ میں جتنی لرزشیں ہوں اُنکو گنیں تو معلوم ہوگا کہ
لرزشوں کی تعداد متناسب وزنوں کے جذر کے ہوتی ہے مثلاً ایک تار ایک پونڈ وزن
سے کھیچا جائے اور وہ ایک سکنڈ میں چھہ لرزشیں کرے اگر ہم اِن لرزشوں کی تعداد کو
دوچند کرنا چاہیں تو تار میں چار پونڈ وزن لٹکانا چاہیئے - اور اگر ہم لرزشوں کی تعداد
سہ چند کرنی چاہیں تو ۹ پونڈ وزن تار کے سرے پر لٹکانا چاہیئے - یہ دوسرا قانون ہے
تار کی لرزشیں اُسکو موٹائی پر موقوف ہوتی ہیں زور تاننے والا - طول - اور مادہ
جسّے تار بنا ہو ایک ہی رہنے دیں تو تار کی لرزشوں کی تعداد نسبت معکوس تار کی
موٹائی سے رکھینگے - اگر دو تار ایک ہی مادہ کے ہوں اور طول میں برابر ہوں اور ایک ہی
زور سے تانے جائیں اور ایک کا قطر دوچند دوسرے کے قطر سے ہو تو ایک ہی وقت
میں پتلا تار دوچند موٹے تار سے لرزشیں کریگا اور اگر ایک تار سہ چند موٹا دوسرے تار سے
ہو تو دوسرا تار سہ چند لرزشیں پہلے تار کی نسبت کرے گا اور علیٰ ہذا القیاس آگے
یہ تیسرا قانون ہے +

اخرامر یہ ہے کہ تار کی لرزشیں مادہ کی کثافت پر بھی موقوف ہوتی ہیں جس سے وہ بنایا جاتا ہے
مثلاً ایک تار پلے ٹی نم کا ہو اور دوسرا تار لوہے کا ہو اور اُنکا طول اور سمک ایک ہی ہو
اور ایک ہی وزن سے تانے جایئں تو وہ ایک ہی تیزی سے لرزشیں نہیں کرینگے اسواسطے
کہ لوہے کا وزن مخصوص جسکو کثافت بھی کہہ سکتے ہیں ۸ء ۷ ہے اور پلے ٹی نی ام کی کثافت
۵ء ۲۱ ہے اب اگر باقی سب شرائط ایک ہی ہیں تو لرزشوں کی تعداد نسبت معکوس رکھینگے
تار کی کثافت کے جذر سے۔ اگر ایک تار کی کثافت دوسرے ہم طول ہم سمک ہم تاب تار
کی کثافت کی ایک چوتھائی ہو تو پہلا تار دو چند لرزشیں بہ نسبت دوسرے تار کے کریگا
اور اگر اس کی کثافت تہائی ہو گی تو نو گنی لرزشیں کرے گا اور علیٰ ہذا القیاس یہ چوتھا
قانون ہے تیسرے اور چوتھے قانون کو ملا کر یوں بیان کر سکتے ہیں کہ لرزشوں کی
تعداد نسبت معکوس رکھتی ہے تار کے وزن کے جذر سے +

(۱۵۶) ہوائیہ آلات موسیقی +

ان آلات یا سازوں میں نلکیوں یا نیوں کے مادہ پر آواز کا نکلنا موقوف نہیں ہے بلکہ اس ہوا
کے ستون پر موقوف ہے جو نیوں کے اندر بھرا ہوا ہے۔ اورگن پائپ (ارغنوں) ایک
آلہ نہایت عمدہ اس مضمون کی توضیح کے لئے ہے۔ اس میں جسطرح آواز نکلتی ہے وہ
۴۸ ویں شکل کے دیکھنے سے معلوم ہو گی۔ نے کے ایک سرے پر ایک دہانہ ہے جسمیں منہ لگا کر پھونکتی
ہیں۔ اس نے کا ایک حصہ اس شکل میں بنا ہوا ہے۔ دوسرا سرا اس کا بند ہے

۴۸



جب منہ سے ہوا کی رو نکل کر اُسی نے میں جاتی ہے اور اوپر کے لب سے ٹکراتی
ہے تو اسکا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ وہ ب ج سے تحریک کناں نکلتی ہے۔
اس قسم کی اورگن پائپ میں اول سر وہ ہے جسکا طول موج دو چند طول
نے سے ہے اور نے میں ہوا کے اندر اس طرح اضطراب پیدا ہوتا ہے کہ
نے کے اوپر کے سرے پر جو ہوا کی تو ہے وہ قائم رہتی ہے اور وہ ہوا کی تو کہ دہانہ کے قریب ہے

بہت بڑی وسعت میں لرزش رکھتی ہے +

ہم نے اوپر بیان کیا ہے کہ ایسی نئی میں ہوا کی ستون کی لرزش آواز کا سبب ہوتی ہے اسکا ثبوت اس طرح ہے کہ اگر اس نئی میں بجائے ہوا کے اور گاس بھریں تو مختلف طرح کی آواز نکلیگی وجہ اسکی یہ ہے کہ گاس کی ستون کی لرزش کا وقت وہ ہے جو حرکت تموج میں نئے کے سر تک آنے جانے میں لگتا ہے اور یہ مختلف گاسوں کے واسطے مختلف ہوتا ہے اس سے معلوم ہوا کہ آواز کی رفتار مختلف گاسوں میں اس طرح دریافت ہو سکتی ہے کہ اورگن پائپ کا طول معلوم ہم لیں اور انمیں مختلف گاسیں بھریں اور اس آواز کے اونچے سُروں کا تخمینہ کریں +

ہم نے جو اوپر بیان کیا ہے وہ بند نئے سے متعلق تھا اگر کھلی ہوئی نئی ہو تو اس میں بہت بڑی وسعت لرزش کی ہر ایک سرے پر ہوگی - اور آواز کا طول موج جو کھلی ہوئی نئی سے پیدا ہوتا ہے برابر طول نئی کے برابر ہوتا ہے - پس اس طرح وہ آدھا ہم طول بند نئی کی ہوتا

(۱۵۷) سلاخون کی لرزش +

اگر ایک سلسلہ لکڑی کی سلاخوں کا ہو اور اُن کا ایک سرا کسی جگہہ قائم ہو اور دوسرا سرا آزادانہ حرکت کرتا ہو تو ایسی سلاخوں کی حرکت لرزش دو طرح کی ہوتی ہے +

اول لرزش عمودی یعنی جو لرزش طول سلاخ پر بنسبت عمود ہو - وہ سلاخ پر ضرب لگانے سے یا کمانچہ کے پھیرنے سے ہوتی ہے +

دوم - لرزشہائے طولانی وہ لرزش جو طول میں پیدا ہو وہ اسطرح پیدا ہوتی ہے اُسکو اوپر نیچے کسی کپڑے سے جسپر گوند کے اجزا دقیق لگے ہوئے ہوں گھسیں یا انگلی گیلا کر کے پھیریں - یہ تحقیق ہوا ہے کہ لرزشہائے عمودی کی تعداد جو ایک سکنڈ میں کسی سلاخ سے پیدا ہوتی ہے وہ بنسبت مستقیم رکھتی ہے موٹائی سے اور بنسبت معکوس رکھتی ہے سلاخ کے طول کے مربع سے - اور یہ بھی معلوم ہوا ہے لرزشہائے طولانی سلاخ کی

ایک سکنڈ میں سلاخ کے طول سے نسبت معکوس رکھتی ہیں خواہ سلاخ کی تراش عمودی کا قطر کچھ ہی ہو

(١٥٨) چادروں کی لرزشیں +

ایک چادر جیسی کہ شکل ۴۹ میں بنی ہوئی ہے اس طرح لرزشیں کر سکتی ہیں کہ اس کے کنارہ پر کمانچہ کو پھرائیں ایسے اجسام کی لرزشوں پر یہ قوانین حکمراں ہیں اگر چادریں سب لحاظ سے برابر ہوں تو لرزشوں کی تعداد ہر سکنڈ میں تبادل

(۴۹)



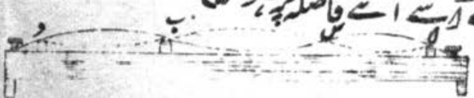
مستقیم چادروں کی موٹائی کے ساتھ رکھینگی اور تبادل معکوس چادروں کے رقبوں کے ساتھ رکھینگی +

چنانچہ - گھڑیالیں - گھنٹے ایسے آلات ہیں کہ جنمیں چادروں یا ضخامتوں کی لرزشوں سے آواز پیدا ہوتی ہے اور نقاروں ڈھولوں اور تاشوں میں جھلّی کی حرکات لرزش سے +

(١٥٩) خطوط خماں وغیرہ —

شکل ۵۰ میں اگر تار لرزاں ا ب پر چھیڑا جائے اور ب اس کے سروں میں سے ایک سرد سے ایک تہائی فاصلہ پر ہو تو نقطہ ب ہمیشہ ساکن رہیگا اور وہ کل تار کو اس طرح لرزاں کرنے کا میلان رکھے گا جیسا کہ شکل میں بنا ہوا ہے اسمیں فقط نقطہ ب ہی ساکن نہیں رہیگا بلکہ نقطہ س بھی جو دوسرے سرے آ سے اتنے فاصلہ پر ہے

(۵۰)



جتنے فاصلہ پر د سے ب ہے -

شکل میں دو متقابل لرزشوں کے مقامات علی الاتصال نقطہ دار خطوط کو تعبیر کرتے ہیں نقاط ب اور س کو نقاط خمان کہتے ہیں اور دو نقاط خماں کے درمیان جو نقطہ وسط ہوتا ہے اسی شکلی قطعہ یا پھندا کہتے ہیں د ب اور ب آ کی نسبت کو اعداد صحاح

۱ : ۲ یا ۱ : ۳ یا ۲ : ۳ سے تعبیر کرنا چاہئے اگر یہ نہ ہوگا تو لرزشیں آپس میں ایک دوسرے کے اندر خلل ڈالینگے۔ مناسب ترتیبوں سے کسی اورگن پائپ کی اصولی یا ابتدائی لرزش ایسی منقسم ہوسکتی ہے جو مشابہ لرزش مذکور کے ہو خطوط خماں کا موجود ہونا لرزاں چادروں کے اندر بھی ظاہر ہوسکتا ہے۔ یہ خطوط جو اُس میں شامل ہوتے ہیں تعداد و شکل میں مختلف ہوتے ہیں اور وہ چادروں کی ہیئت اور مادہ پر موقوف ہوتے ہیں۔ اِن خطوں کی نمائش کے لئے پہلے چادر پر ریت پھیلا دیتے ہیں اور پھر چادر کو لرزش میں لاتے ہیں اثنار لرزش میں ریت شکمی قطعوں کی طرف یعنی چادر کے لرزاں حصوں کی طرف جاتی ہے اور نقاط خماں کے گرد یا خطوط خماں کے گرد جمع ہوتی ہے جو ساکن رہتے ہیں +

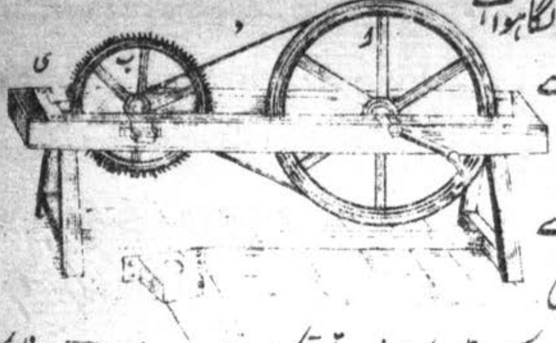
(۱۶۰) لرزشوں کا ایصال۔

اگر ہوا میں کوئی موسیقی سُر عمودی چل رہا ہو اور ایک ساز بھی ایسا موجود ہو کہ وہ اِسی سُر کی آواز نکال سکتا ہو تو وہ اس سُر کو اپنے میں لے کر اپنے موافق نکالتا ہے۔ یہ اکثر باجے کے بجنے میں دیکھنے میں آتا ہے +

پس تموج آواز ایک قسم کی توانائی (انرجی) ہے اور توانائی کو ہم پیدا نہیں کرسکتے تو اس سے یہ نتیجہ نکلا کہ تار میں یہ تموج توانائی جذب ہوجاتی ہے تاکہ پھر تار اسکو خود اپنے حساب کے موافق باہر نکالے حقیقت میں کوئی تار کسی سر کو اس طرح لیتا ہے تو آواز کی موج کا ایصال ہوا میں سے تار کے اندر ہوتا ہے۔ اور جب اِس تار پر ضرب لگاتے ہیں تو آواز کی موج کا ایصال ہوا میں ہوتا ہے پس اس سے معلوم ہوتا ہے کہ ایک تار جب ساکن ہے تو وہ ایک خاص قسم کے تموج کو اپنے اندر جذب کرتا ہے۔ اور جب اُس پر ضرب لگاتے ہیں تو وہ باہر اُسے نکالتا ہے۔ اِس کا پیچھے بیان ہوگا۔ کہ اسی قانون کے مشابہ ایک قانون اشعاع روشنی اور اشعاع حرارت کے باب میں ہے +

(۱۶۱) لرزشوں کی تعداد کا تعین کرنا۔

ایک آواز معلوم کے مطابق لرزشوں کی تعداد کے اندازہ کرنے کے سب سے زیادہ
سیدھی سادی کل مسٹر سیورٹ کی ہے۔ اور اِس کل میں دائیں طرف ایک بڑا چرخ د ہوتا ہے
اور اِس میں ایک دستہ لگا ہوا ہے
جس سے پھرایا جاتا ہے
اور ایک اور چھوٹا چرخ
بائیں طرف ب ہوتا ہے
اور اِس ب چرخ کی دُہری



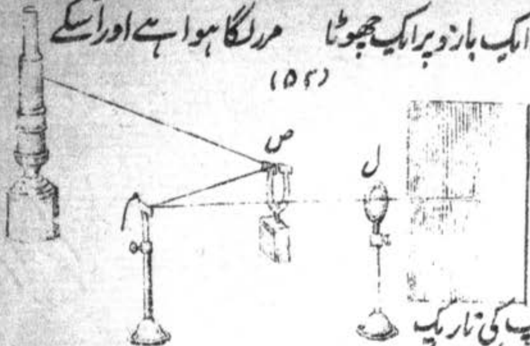
اور بڑے چرخ کے محیط پر ایک چمڑے کا مضبوط تسمہ کسا ہوتا ہے۔ اِس تسمہ سے یہ فائدہ ہوتا ہے کہ اِس کے سبب سے چرخ د کے ایک چکر کھانے سے ب کی دُہری کئی دفعہ چکر کھاتی ہے اور اسی سبب سے چرخ ب بہت جلدی جلدی چکر کھا جاتا ہے اور چرخ ب کے محیط پر بہت سارے دندانے بنے ہوئے ہوتے ہیں وہ تم کو دکھائی دیتے ہونگے ی پر ایک پترا ایسا لگا ہوا ہے کہ ب کے دندانے جب اُس کے پاس آتے ہیں تو اُس سے ٹکراتے ہوئے گذرتے ہیں اور جب پترے سے دندانا ٹکراتا ہے تو ایک آواز سُننے میں آتی ہے۔ اگر چرخ ب کے محیط پر ۱۰۰ دندانے ہوں تو ۱۰۰ ضربیں ب چرخ کی تیزی پر اِس اثناء میں لگ جاوینگی کہ جسمیں چرخ پوری گردش کریگا۔ اگر ایک سکنڈ میں وہ تین گردشیں کرتا ہے تو پترے پر ۳۰۰ ضربیں پڑینگی اور اِس سے آوازیں ایسی متواتر نکلینگی کہ ہم انکی تمیز جدا جدا نہیں کر سکتے مگر سب ملکر ایک موسیقی سُر پیدا کرینگے۔ پس جب تمکو کسی ایک سُر کے مطابق ایک سکنڈ میں ضربوں کی تعداد دریافت کرنی ہو تو تم کو یہ کرنا چاہیے کہ دستہ کو تیز تیز چلانا شروع کرو جب تک کہ ایک سُر اُس میں سے وہی نکلے جسکا فرق تم کو دریافت کرنا منظور ہے۔ جب یہ سُر کی ڈگری نکل آئے گی تو دستہ کو ایسی سُرعت کے ساتھ کسی وقت معین تک مثلاً ایک منٹ تک گردش دیتے رہو۔ پہیہ کی گردش پر ضربوں کی تعداد موقوف ہے اور اسی سے آواز کا

متصل اور صاف نکلنا منحصر ہے۔ اب چرخ ب کے پہلو میں ایک لرزش نما ہوتا ہے یعنی ایک تختی لگی ہوئی ہے جسکے اوپر درجے بنے ہوئے ہوتے ہیں اور سوئی بھی لگی ہوتی ہے جو ان درجوں پر پھرتی ہے اور اُس کے پھرنے سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ جسوقت تم نے چرخ کو گردش دینی شروع کی تو اُسنے کے دفعہ پتری پر ضرب لگائی۔ غرض اس سے وقت معلوم میں لرزشوں کی تعداد معلوم کا حساب کر سکتے ہیں۔ پس ہم کو یہ کرنا چاہیئے کہ دستہ کو اس سرعت کے ساتھ پھرانا چاہیئے جس سے مطلوب سر نکلے اور ایک دوسرے آدمی سے کہدینا چاہیے کہ وہ لرزش نما کو دیکھتا رہے کہ سوئی اپنے ابتدائی مقام سے ایک منٹ میں کہاں پہونچی ہے فرض کرو کہ اس لرزش نما میں یہ معلوم ہوا کہ ایک منٹ میں ۶۰۰۰ دفعہ پتر اٹکرایا تو اس حساب سے ایک سکنڈ میں ۱۰۰ دفعہ پتر اٹکرائیگا پس اس سے یہ نتیجہ نکال لو کہ جو سر نکلتا ہے وہ ہر سکنڈ میں ۱۰۰ ضربیں ہوا پر لگاتا ہے۔ غرض ہم کو وقت معین میں اس کل کی سرعت حرکت کو مستقل رکھنا چاہیے مثلاً ۳۰ سکنڈ میں اور اس اثنا میں لرزش نما میں دیکھنا چاہیے کہ کتنی گردشیں ہوئیں پس اس طرح لرزشوں کی تعداد ایک سکنڈ میں مطابق آواز کے معلوم ہو جائیگی۔ پہیہ کی گردشوں سے تموج کی تعداد معلوم ہو جائے گی۔ سیورٹ نے اس آلہ کے ذریعہ سے تحقیق کیا کہ بڑی گہری آواز میں ایک سکنڈ میں ۱۶ تموج پیدا ہوتے ہیں اگر تموج کی تعداد کم ہوگی تو آواز متصل نہیں سنائی دے گی۔ اسی محقق نے یہ بھی تحقیق کیا کہ جس آواز کی کان برداشت کرسکتا ہے اس میں ایک سکنڈ کے اندر ۴۸۰۰۰ تموج ہوتے ہیں۔ گویا یہ دو نو آواز کی حدیں ہیں جنکے درمیان آوازیں متعدد مقداروں کی پیدا ہوسکتی ہیں۔ علم موسیقی میں جن آوازوں کا استعمال ہوتا ہے ان کی حدود نہایت تنگ ہیں۔ انسان کی آواز سے جو تموج پیدا ہوتے ہیں وہ بھی تحقیق کئے گئے ہیں کہ مرد کی پتلی سے پتلی آواز میں ۹۶ تموج ایک سکنڈ میں ہوتے ہیں اور اسکی بڑی بلند آواز میں ۶۷۸ اور عورت کی پتلی سے پتلی آواز میں ۵۷۲ تموج اور بڑی بلند آواز میں ۱۰۰۶ تموج

(۱۶۳) لرزشوں کا مرتسم کرنا

مسٹر لس ساجو آس نے یہ ایک نہایت عمدہ ترکیب نکالی ہے جس لرزشیں ظاہر نظر آتی ہیں شکل ۷۵ میں ساری ترتیب اسکی بنی ہوئی ہے - اس ترکیب کی اصل یہ ہے ایک ٹوننگ فورک ہے جسکے ایک بازو پر ایک چھوٹا مرر لگا ہوا ہے اور اسکے

(۵۲)



دوسرے بازو پر اس مرر کی برابر وزن رکھا ہوا ہے تاکہ موازنت اس مرر اور وزن میں رہے ایک لیمپ کی تاریک چمنی کے ایک سوراخ سے روشنی کی ایک کرن نکلتی ہے جو مرر ص پر پڑتی ہے اور اسے منعکس ہو کر ایک دوسرے مرر م پر وہ پڑتی ہے اور پھر وہ ایک لنس یعنی جاجی عدسہ ل پر جاتی ہے جو اس ترکیب سے رکھا ہوا ہے کہ وہ ایک اوٹ پر ایک روشن نقطہ روشنی کا بناتا ہے جو لیمپ کی تاریک چمنی کے سوراخ کی شبیہ ہوتی ہے جس سے اصل میں روشنی نکلی تھی اگر ٹوننگ فورک ساکن ہو تو اوٹ پر ایک نقطہ روشن ہم دیکھتے ہیں اگر وہ لرزش میں آئے گا تو مرر بھی اسکے ساتھ حرکت میں آئیگا اور نتیجہ اس کا یہ ہوگا کہ مرر کی ہر لرزش پر روشنی کا نقطہ اُس اوٹ پر نیچے اوپر رقص کرے گا - مگر یہ رقص ایسی تیزی کے ساتھ ہوگا کہ آنکھ کو اوٹ پر صرف ایک خط روشنی کا دکھائی دیگا جیسا تم نے بنیٹی میں دیکھا ہوگا کہ اُسکے جلد پھرانے سے روشنی کا چکر نظر آتا ہے - اب اگر ٹوننگ فورک لرزش کی حالت میں ہے تو ہم اُسکو گردش کی حالت میں کر سکتے ہیں جس سے کہ روشن منحنی لہریہ دار خط بجائے خط مستقیم مذکورہ کے اوٹ پر ظاہر ہوگا اور یہ لہریہ پن کی مقدار اس تعلق پر موقوف ہے جو ٹوننگ فورک کی لرزش اس سرعت گردش سے رکھتی ہے پس اس طرح سے ہم ٹوننگ فورک کی لرزش کو اسطرح تعبیر کر سکتے ہیں کہ وہ آنکھوں کو دکھائی دیتی ہے

حصّہ سوم

حرارت کے باب

باب اوّل حرارت کی تمام اثروں اور تھرمومیٹر کے بیان میں

(۱) حرارت کی سرشت کی باب میں دو فرضی قیاس

کوئی شخص ہم میں ایسا نہ ہوگا جو یہ نہ جانتا ہو گا کہ کس طرح ہم کو گرمی لگا کرتی ہے اور جاڑا کس طرح۔ روزمرہ کی بول چال میں فقط سردی و گرمی کے احساس ہی پر حرارت کا اطلاق نہیں کیا کرتے بلکہ مادہ کی اس حالت کو بھی حرارت کہتے ہیں جس سے یہ سردی گرمی کا احساس ہم میں پیدا ہوتا ہے۔ اس ہمارے احساس کے سوا اجسام پر مختلف طرح سے حرارت کا اثر ہوتا ہے برف کو وہ پگھلا دیتی ہے پانی کو کھولا دیتی ہے۔ دھاتوں کو سرخ انگارہ بنا دیتی ہے کیمیاوی مرکبات کی تفریق مفردات میں کر دیتی ہے اور ایسے ہی اور اور کام بھی کرتی ہے حرارت کی پیدایش کے باب میں گو بہت سے فرضی قیاسات ٹھہرائے گئے ہیں مگر ان میں صرف یہ دو بیان کے قابل ہیں +

اول فرضی قیاس استخراج کا **دوم** فرضی قیاس ارتعاش یا لرزش کا۔ اول

اول یہ خیال تھا کہ نہایت نازک بے وزن ایک سیال ہے جو اجسام کے دقائق کو سب طرف سے گھیرے ہوئے ہے اور وہ ایک جسم سے نکل کر دوسرے جسم میں جاتا ہے جو حرارت کے پیدا ہونے کا سبب ہوتا ہے۔ ہمارے جسم میں اس سیال کا داخل ہونا گرمی کا احساس پیدا کرتا ہے اور اسکا خارج ہونا سردی کا احساس پیدا کرتا ہے۔ یہ محیطات حرارت جو دقائق اجسام کو گھیرے ہوئے ہیں انمیں تدافع پیدا کرتے ہیں تو وہ ایک دوسرے کو پرے ہٹاتے ہیں اور کشش اتصال کے زور کی ضد میں اپنا عمل کرتے ہیں اور دوسرا فرضی قیاس ارتعاش یعنی لرزش کا ہے۔ اس قیاس کے موافق کسی جسم کے مادی اجزا کے ارتعاش یعنی لرزش کی

حرکتوں سے جسم میں حرارت پیدا ہوتی ہے وہی جسم نہایت گرم زیادہ ہوتا ہے جسمیں یہ لرزش نہایت تیز رفتار ہوتی ہے اور بڑی وسعت رکھتی ہے۔ اس مسئلہ کے موافق حرارت کوئی مادی شے نہیں ہے بلکہ مادہ کی ایک حالت ہے جسکا ایصال یعنی رسائی ایک جسم سے دوسرے جسم میں ہوسکتی ہے۔ اور یہ بھی مان لیا گیا ہے کہ سارے اجسام میں خواہ وہ کیسی ہی کثیف ہوں یا کیسی ہی شفاف اجسام جامد ہوں یا مایعات ہوں یا رقیق گاسیس ہوں خواہ ستاروں کے درمیانی فضا ہوں ان سب میں ایتھر پھیلا ہوا ہے جو بے وزن اور لچکدار ہے اور اسمیں یہ قابلیت ہے کہ لرزش کی حرکت کا ایصال بڑی تیز رفتار سے کرتا ہے۔ اس ایتھر کی لرزش سریع سے حرارت ایسی طرح پیدا ہوتی ہے جسطرح کہ ہوا کی لرزش سے آواز پیدا ہوتی ہے اور اس ایتھر کے توسط سے حرارت کا ایصال ایک جسم سے دوسرے جسم میں ہوتا ہے۔ آجکل بڑے بڑے محققین اس آخر مسئلہ ہی کو تسلیم کرتے ہیں اور اسی مسئلہ کے موافق اکثر مظاہر حرارت کی توجیہ جس خوبی سے ہوسکتی ہے ایسی کسی اور مسئلہ سے نہیں اور اس سے روشنی اور حرارت میں ایک تعلق باطنی منکشف ہوتا ہے اور اسکے موافق حرارت ایک حرکت کی صورت ہے اور یہ ثابت ہوسکتا ہے کہ حرارت کا استحالہ حرکت میں اور اس کے برعکس حرکت کا استحالہ حرارت میں ہوسکتا ہے۔ یہ مسئلہ ارتعاش اکثر واقعات حرارت کی توجیہ ایسے معقول طور پر کرتا ہے کہ اُسکے صحیح ہونے میں کچھ شبہ نہیں رہتا۔ مگر بعض اوقات اسکے بیان کرنے میں یوں آسانی ہوتی ہے کہ ہم وہی محاورات کام میں لائیں جو پہلی قدیمی فرض کے موافق بولا کرتے تھے۔ مثلاً جب کوئی جسم گرم ہوتا ہے تو کہتے ہیں کہ حرارت اسمیں داخل ہوگئی اور جب سرد ہوتا ہے تو کہتے ہیں کہ اس میں سے حرارت نکل گئی لیکن حقیقت میں ان حالتوں میں اجسام کے دقائق کی لرزش کم و بیش ہوتی ہے۔ مگر ہم آیندہ جہاں تک ممکن ہے مظاہر حرارت کو اسطرح بیان کرینگے کہ ان میں ان دونو فرضی قیاسات کا کچھ کام نہیں پڑے گا+

(۴) حرارت کے عام اثروں کا بیان +

اجسام پر حرارت کا عام اثر یہ ہے کہ وہ اُنکے اجزاء دقیق کی لرزش کی رفتار کو بڑھا دیتی ہے اور اِس بڑھانے کے موافق اجزاء دقیق کی کشش کو گھٹا دیتی ہے - پس اِس سے اجسام میں اتساع یعنی حجم میں بڑے ہونے کا یا پھیلنے کا میلان پیدا ہوتا ہے - حرارت کے اثر سے تمام اجسام پھیلتے ہیں یہ کُلیہ قاعدہ ہے کہ گاسوں میں اتساع کی قابلیت زیادہ بہ نسبت مایعات کے اور مایعات میں اتساع کی قابلیت زیادہ بہ نسبت اجسام جامد کے ہوتی ہے پس ہم نے جو مادہ کے خواص بیان کئے ہیں اُن میں اس عام خاصیت کا اور اضافہ کرنا چاہیے اجسام پر حرارت کا فقط یہی اثر نہیں ہے کہ اُنمیں اتساع پیدا کرتی ہے - بلکہ جب اُنمیں حرارت ایک درجہ تک پہونچتی ہے تو وہ اپنی جمودت کو دور کرتے ہیں اور کچھ نرم ہو جاتے ہیں اور پھر جب اُنمیں حرارت اور زیادہ ہوتی ہے تو زور تدافع اجزاء دقیق کے تجاذب کی قوت پر غالب آ کرتا ہے اور اجسام مایع بن جاتے ہیں - موم - گوند - گندک جلدی سے حالت جامد سے نکل کر حالت مایعیہ میں آ جاتے ہیں پس اجسام جامد کی جمعیت اجزاء میں حرارت ایک تغیر پیدا کرتی ہے - مایعات میں بھی وہ اسی طرح کا انقلاب پیدا کرتی ہے جب اجسام گرم کئے جاتے تو وہ اول پھیلتے ہیں اور پھر جب اور گرم زیادہ تر کئے جاتے ہیں تو اُنکے اجزاء دقیق کا تجاذب تدافع کے زور سے مغلوب ہوتا ہے اور اجسام بدل کر ہوا کی صورت کے مایعات میں آ جاتے ہیں یعنی بخار بن جاتے ہیں اگر بجائے اِسکے کہ اجسام میں حرارت جمع کی جاوے وہ نکال لی جائے یعنی بجائے گرم کرنے کے سرد کئے جائیں تو اُسکے بالعکس مظہر کا ظہور ہوگا - اجزاء دقیق ایک دوسرے کے پاس آئینگے اور مسامات کا حجم کم ہوگا اور اُس کے ساتھ جسم کا حجم گھٹے گا جسکو یہ کہتے ہیں کہ جسم سکڑتا ہے - بخارات ٹھنڈے ہونے سے اپنے زور لچک کو کھوتے ہیں اور پھر حالت مایعیت پر عود کرتے ہیں اور اسی عمل سے جو مایعات بہ تدریج حالت جامدہ میں معاودت کرتے ہیں پانی بدل کر برف بنجاتا ہے اور پارہ جم کر الیا سخت

ہوجاتا ہے جیسا کہ سیسہ۔ اس سے معلوم ہوا کہ جب اجسام میں حرارت زیادہ ہوتی ہی یا کم ہوتی ہے تو دو مادی اثر ظہور میں آتے ہیں اول حجم میں تبدیلیاں پھیلنے اور سکڑنے سے دوم حالت کی تبدیلیاں یعنی حالت جامدہ سے حالت مایعیت میں آنا اور حالت مایعیت سے بخار اور اسکے بالعکس اول ہم اجسام کے پھیلنے یعنی اتساع کا ذکر کریں گے پھر اُن کی حالت کی تبدیلی کو بیان کریں گے۔

(۳) اتساع یعنے پھیلنا +

تمام اجسام میں حرارت سے اتساع ہوتا ہی مگر اُسکی وسعت نہایت مختلف ہوتی ہے سب سے زیادہ گاسیں پھیلتی ہیں اُنسے کم مایعات اور مایعات سے کم اجسام جامد۔ اجسام جامد میں جو قائم بالشکل ہوتے ہیں ہم اُنکو یہہ خیال کر سکتے ہیں کہ اتساع ایک امتداد میں ہو یا دو امتدادوں یا تین امتدادوں میں۔ اول کو اتساع طولانی دوم کو اتساع سطحی ــــ اور سوم کو اتساع مکعبی یا اتساع حجمی کہتے ہیں اِن تینوں میں سے کوئی ایک بغیر دوسرے کے نہیں واقع ہو سکتا۔ چونکہ مایعات اور گاسات قائم بالشکل نہیں ہوتے ہیں اسلئے انمیں صرف حجم کی تبدیلیوں کو ہم دیکھہ سکتے ہیں۔ اجسام جامد کے اتساع طولانی دکھانے کے واسطے ایک آلہ کا سامان کیا جاتا ہے جسکی صورت شکل اول میں دیکھو۔ ایک دھات کی سلاخ آر کا ایک سرا پیچ ت میں کسا گیا ہے اور دوسرا سرا ایک انڈکس (درجہ نما) دکے چھوٹے بازو (ا) س کو دباتا ہے اور



وہ ایک اسکیل پر گردش کرتا ہی اور سلاخ کے نیچے

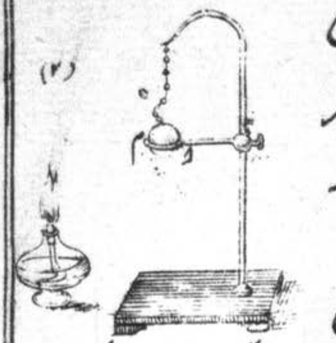
پہلی شکل

لیمپ رکھی ہیں جو سپرٹ سے روشن ہوتے ہیں سوئی د کو اول صفر پر لگاتے ہیں۔ بس جب سلاخ گرم ہوتی ہی تو سوئی کو اسکیل پر حرکت ہوتی ہے جس سے ثابت ہوتا ہی کہ بیرم (لیور) کا چھوٹا بازو کچھہ تھوڑا سا اپنی جگہہ سے اس سبب سے سرکا ہے کہ اُس کو

سلاخ آ کے اتساع نے دبایا ہی۔

یہ بھی دیکھہ لینا چاہئے کہ اگر ہم مختلف دہات کی سلاخیں کام میں لائیں تو انڈیکس (درجہ نما) مختلف وسعتوں کو طے کریگا جس سے ثابت ہوگا کہ انکا اتساع مختلف ہی۔ اسی طرح معلوم ہوا ہے کہ بہ نسبت لوہے اور فولاد کے پیتل میں زیادہ اتساع کی قابلیت ہی۔ اجسام جامد کے اتساع بتلانے کے لئے گریوسینڈ صاحب نے یہ ایک حلقہ ایجاد کیا ہے شکل دوم دیکھو۔

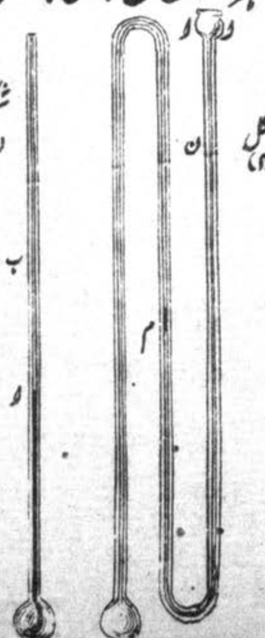
(۲)



اس میں ایک برنجی گولی د ہوتی ہے جو معمولی درجہ حرارت میں ایک حلقہ م کے اندر سے گذر جاتی ہی اس حلقہ کا قطر تقریبًا برابر گولی کے قطر کے ہوتا ہی مگر جب گولی گرم کی جاتی ہے تو پھر وہ حلقہ کے اندر سے نہیں گذر سکتی ہے۔ مگر ہاں اس میں سابق درجہ حرارت پیدا ہوگا تو پھر وہ حلقہ کے اندر سے نکل جائے گی۔ اجسام جامد کی نسبت مایعات اور گاسات میں اتساع کی قابلیت کہیں زیادہ ہی وہ اس طرح بتلائی جاسکتی ہی کہ ہم ایک شیشہ کی نلی لیں جسکے ایک سرے پر بلب لگا ہوا ہو۔ شکل سوم دیکھو اور اسمیں کوئی مایع بھرا ہوا ہی مثلاً رنگین الکحل یا پارہ۔ پس جب کسی طرح مثلاً نیم گرم پانی میں نلی کو رکھہ کر گرم کریگے تو مایع کا ستون نلی میں دکھائی دیگا کہ وہ بلند ہوگیا اور آ سے ب پر پہنچا +

شکل (۳)

شکل (۴)



اسی طرح گاسوں کے لئے بھی تجربہ ہوسکتا ہے مگر اس سبب سے کہ انمیں مایعات کی نسبت بہت اتساع ہوتا ہے ایک لمبا دار نلی کے ساتھہ

دوہری خمیدہ نلی لگا ہیں لاتی چاہیئے شکل چہارم دیکھو اب نلی میں پارہ کا انڈیکس (اتساع نما)
م کو داخل کرو جسپر یہ اثر ہوتا ہے کہ جب بلب کو سہج سہج گرم کرتے ہیں تو وہ کچھ ہوا کو خارج
کرتا ہے۔ فس (دقیقہ) آ میں ایک قطرہ پارہ کا رکھ دیا گیا ہے جب سرد کرنے سے
بلب اور نلی میں ہوا سکڑتی ہے اور داب ہوائیہ کا یہ زور ہوتا ہے کہ وہ قطرہ مذکور کو
م تک پہنچاتا ہے یس جب آلہ اس طرح تیار ہو جائے تو ہاتھ میں چند منٹ تک بلب کو رکھو تو
نلی کے اندر کی ہوا میں ایسا اتساع ہوگا کہ وہ انڈیکس کو م سے ن پر لیجائے گی۔ یہ
اتساع بہ نسبت مایعات کے بہت زیادہ ہوگا۔ ہم نے اوپر لکھا ہے کہ اجسام پر حرارت کا
عام اثر یہ ہوتا ہے کہ انمیں اتساع وہ پیدا کرتی ہے۔ مگر یہ قاعدہ کلیہ ان اجسام سے متعلق
ہے کہ جو مثل دھاتوں اور شیشہ کے نمی کو نہیں جذب کرتے جو اجسام ایسے ہیں کہ نمی کو
جذب کرتے ہیں جیسے کہ لکڑی۔ کاغذ۔ گل تو وہ گرم ہونے سے سکڑتے ہیں کیونکہ درجہ
حرارت کے زیادہ ہونے سے وہ مسامات میں سے نمی کو نکال دیتے ہیں ایک کاغذ کے
تختہ کو نم آلود کرکے آگ پر رکھو وہ گرم طرف سمٹ جائیگا۔ پہیے بنانے والے پہیوں کے
تختوں کو خمیدہ اس طرح کرتے ہیں کہ پہیوں کے تختوں کو برابر جوڑ کر اُنکے اندر آگ
لگاتے ہیں جس سے تختوں کا وہ رُخ جو آگ کی طرف ہوتا ہے حرارت پانے سے نمی کو
خارج کرتا ہے اور خمیدہ ہو جاتا ہے

(۴) ٹمپریچر کی پیمائش اور تھرمومیٹروں کا بیان۔

ٹمپریچر ایک انگریزی لفظ ہے جسکے معنی جسم کے گرم ہونے کے ہیں مگر اسکی تعریف
اسطرح کیجاتی ہے کہ ایک جسم جو دوسرے جسم میں کم یا زیادہ حرارت پہنچانے کا میلان رکھتا ہے
اُسکو ٹمپریچر کہتے ہیں اور ہم اس کا ترجمہ درجہ حرارت یا مزاج حرارت یا کیفیت حرارت
کرتے ہیں اس تعریف کی توضیح کے لئے تھوڑا پانی اور تھوڑا پارہ لو جن میں سے ہر ایک
میں حرارت ایسی ہو کہ جب وہ آپسمیں خوب ملائے جائیں تو ایک میں سے حرارت